



Gonçalo dos Santos Domingues

Licenciado em Ci4ncias da Engenharia Electrot4cnica e de
Computadores

Monitorização de Consumos Energ4ticos em Edif4cios: um estudo de caso na Schneider Electric

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Eletrot4cnica e de Computadores, pela Faculdade de
Ci4ncias e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa

Orientador: João Pina, Prof. Doutor, FCT-UNL
Co-orientadora: Elsa Cardoso, Prof.^a Doutora, ISCTE-IUL

J4ri:

Presidente: Prof. Doutor Tiago Oliveira Machado de Figueiredo Cardoso

Arguente: Prof.^a Doutora Anabela Monteiro Gonçalves Pronto

Vogal: Prof. Doutor João Miguel Murta Pina



**FACULDADE DE
CI4NCIAS E TECNOLOGIA**
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro, 2014

Monitorização de Consumos Energéticos em Edifícios: um estudo de caso na Schneider Electric

Copyright © Gonçalo dos Santos Domingues, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Aos meus pais, irmã e namorada, um agradecimento muito especial!

Agradecimentos/Acknowledgments

Considero este um capítulo crucial da minha dissertação, no qual gostaria de agradecer e relembrar todos os que estiveram presentes no meu percurso académico que culmina neste projeto.

Começo por agradecer todo o apoio, disponibilidade e compreensão provenientes do Professor Doutor João Murta Pina e da professora Doutora Elsa Cardoso.

Gostaria, igualmente, de dizer que a escolha deste tema foi realmente positiva, uma vez que preconiza a junção de duas áreas distintas, ambas deveras importantes.

Quero igualmente agradecer à empresa Schneider Electric na qual me encontro a estagiar profissionalmente, a oportunidade de conhecer um ramo que muito interesse tem para mim assim como, o acesso a material e tecnologias de última geração.

Desde já um especial agradecimento a todas as pessoas envolvidas que me apoiaram dentro da empresa e um especial agradecimento aos Engenheiros Miguel Gonçalves, Fernando Ferreira, Jorge Lopes e Carlos Duarte.

Não me poderia esquecer de agradecer ao departamento de Engenharia Eletrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa pela disponibilização das instalações, o que contribuiu para a realização deste projeto.

Um especial agradecimento à minha namorada, Raquel Machado, por todo o apoio incansável, compreensão e amor demonstrados ao longo de todos estes anos independentemente de todas as fases complicadas e de ausência pelas quais passamos. Um obrigado muito sincero, sem este apoio não teria sido possível.

Aos meus amigos, que me acompanharam, nos bons e maus momentos, que estudaram comigo, que me incentivaram e apoiaram, que me proporcionaram tempos que jamais esquecerei, um grande agradecimento ao José Maurício, Diogo Rego, Filipe Viegas, Hugo Viana, João Santos, Ruben Santinhos, João Pecorelli, Bruno Ferreira, Hugo Santos, Diogo Gil, Bruno Nascimento, Jorge Boavida, entre tantos outros.

Para os meus amigos de longa data vai também um especial agradecimento por todos os momentos magníficos que me fizeram ultrapassar as fases mais complicadas e motivar-me para chegar ao patamar pretendido, são eles, Ricardo Peixe, José Andrade, João Pinto e João Moura.

Por fim, mas de forma especial, gostaria de agradecer à minha família, particularmente aos meus pais, Maria Idalete Domingues e Manuel Domingues por todo o apoio, incentivo e por todas as oportunidades que me deram de concretizar os meus objetivos. À minha irmã, Ana Margarida Domingues, porque esteve sempre a meu lado e porque é um exemplo e uma motivação para mim. A todos o meu obrigado do fundo do coração, por tudo o que me deram e proporcionaram.

Resumo

Na sequência do panorama económico atual, existe cada vez mais uma tendência de redução de custos e de, em simultâneo, obter a eficiência energética desejada, mais concretamente no setor dos edifícios, uma vez que este tem um peso bastante considerável nos consumos totais em Portugal e na Europa. Existem variadas formas de atuar neste sentido nomeadamente ao nível dos equipamentos e sistemas instalados, bem como, nos hábitos e comportamentos dos ocupantes.

Com esse intuito, muitas empresas têm desenvolvido mecanismos ou formas de minimizar os gastos, nomeadamente em termos de consumos elétricos. Dentro dos possíveis caminhos para se alcançar esse objetivo, surgem os sistemas de monitorização e os sistemas de gestão técnica centralizada.

O objetivo de reduzir a discrepância entre a fatura que se paga pela eletricidade e o que realmente consiste numa necessidade de consumo é atualmente uma preocupação real. Desta forma, o desenvolvimento de soluções com capacidade para garantir a redução do erro na tomada de decisão bem como as que tornem possível o acompanhamento do desempenho de toda a instalação em detalhe e em tempo real são áreas nas quais se tem e se vai continuar a investir.

É por isso, realmente importante, perceber onde e porquê se consome mais e é um desafio alterar esse panorama e continuar a realizar a monitorização dos registos.

Para tal, a empresa Schneider Electric tem instaladas estações de medida, mais concretamente analisadores de energia, nos seus quadros elétricos, de forma a conseguir percecionar os consumos de forma mais detalhada e direcionada, ou seja, permitindo visualizar dados de todas as frações do piso. 281

Esta dissertação tem como objetivo a avaliação dos consumos de eletricidade de forma detalhada, tendo como objeto de estudo o edifício onde está sediada a empresa Schneider Electric, de forma detalhada e a posterior identificação de hábitos ou fatores que influenciem os mesmos da forma não pretendida. Tem ainda o objetivo de avaliar o comportamento da técnica solar passiva utilizada no referido edifício.

Desta forma será possível saber, não só o perfil de consumos e respetivos impactos bem como sugerir possíveis ajustes que levem a uma maior eficiência energética.

Os resultados deste estudo deverão permitir às pessoas responsáveis pela entidade tomar decisões assentes em informação concreta e detalhada.

Palavras-chave: SmartStruxure, Analisador de Energia, Business Intelligence, Sistemas de Gestão Técnica Centralizada, Eficiência Energética.

Abstract

Following the current economic outlook, there is an increasing trend to reduce costs and simultaneously obtain, specifically in the buildings sector because they have a considerable weight in the total consumption of energy in Portugal and in Europe, the desired energy efficiency.

There are several ways to act in this direction especially in terms of equipment and systems installed as well as the habits and behaviors of occupants. With this in mind, many companies have developed mechanisms or ways to minimize costs, particularly in terms of electrical consumption. Among the possible ways to achieve this goal, it appears the monitoring systems and centralized technical management systems.

The goal of reducing the discrepancy between invoice that is paid for electricity and what is really a consumption need is nowadays a real concern. Thus, the development of solutions able to ensure the error reduction in decision making as well as to make possible the ability to track the performance of the entire installation in real time are areas in which it has and will continue to invest. It is therefore really important to see where and why it consumes more and is a challenge to change this situation and continue to keep monitoring records.

To fulfill this requirement, the company Schneider Electric has installed power meters, specifically energy analyzers in their switchboards in order to achieve the perception of consumption in detail.

It also allows you to view data for all fractions of the floor. This thesis aims to evaluate the consumption of electricity in detail and the subsequent identification of habits and factors influencing them taking as a case study the building where the company Schneider Electric is located. Still has also the aim to evaluate the behavior of passive solar technique used at the referred building.

This way it will be possible not only the profile of consumption and the related impacts but also suggest possible adjustments that lead to greater energy efficiency. The results of this study should allow people responsible for the facilities to make more informed conclusions.

Keywords: SmartStruxure, Power Analyzer, Business Intelligence, Centralized Technical Management Systems, Energy efficiency.

Índice de Matérias

Agradecimentos/Acknowledgments.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Lista de Gráficos	x
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Acrónimos	xv
1 Introdução.....	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos da dissertação	2
1.3 Estrutura da dissertação	4
2 Revisão Bibliográfica	5
2.1 Sistemas de Gestão Técnica Centralizada	6
2.1.1 SmartStruxure [2]	6
2.1.2 S-Monitoring	10
2.2 Sistemas de Monitorização de Energia.....	11
2.2.1 StruxureWare Power Monitoring Expert Software	11
2.2.2 ModSecur BMS – Building Management System	12
2.2.3 Prognos.....	122
2.2.4 Kisense Water	133
2.3 O Conceito de BI, Quadro legislativo e regulamentar e Adene.....	144
2.3.1 O Conceito de BI [3]	155
2.3.2 Quadro legislativo e regulamentar	177
2.3.2.a EPBD – Diretiva de Desempenho de Edifícios.....	188
2.3.2.b EED – Diretiva para a Eficiência Energética.....	188
2.3.2.c Norma ISO 50001 – Sistemas de gestão de energia [4].....	19
2.3.2.d NP EN ISO 9001 - Gestão da qualidade [5]	19
2.3.2.e NP EN ISO 14001 - Gestão Ambiental [6].....	200
2.3.2.f EN 15232 – Eficiência energética de edifícios [7].....	211
2.3.2.g EN 16001 – Sistemas de gestão de energia [8]	211
2.3.2.h EU.bac - Associação europeia de automação e controlo de edifícios [9]	222
2.3.3 Agência para a Energia – Adene	222
3 Metodologia.....	255
4 Estudo de Caso.....	31

4.1	Caracterização das Instalações	311
4.1.1	Caracterização do piso.....	322
4.1.2	Caracterização dos Sistemas no Piso.....	333
4.2	Acesso aos valores medidos pelos analisadores de energia.....	35
4.3	Estudo do Comportamento Energético – um dia completo	38
4.3.1	Identificação do Problema e Sugestões	522
4.3.1.a	AVAC	522
4.3.1.b	Iluminação.....	533
4.3.1.c	Circuitos de Tomadas	544
4.3.2	Estudo do Comportamento Energético num dia de trabalho – Diferença entre consumo no horário laboral e o consumo noturno.....	555
4.3.2.a	Identificação dos Problemas e sugestões.....	56
4.4	Estudo do Comportamento Energético - uma semana (cinco dias úteis).....	56
4.4.1	Identificação dos problemas e sugestões.....	58
4.4.1.a	AVAC	599
4.4.1.b	Iluminação.....	59
4.4.1.c	Circuitos de Tomadas.....	60
4.5	Estudo do Comportamento Energético - um mês	600
4.5.1	Identificação final dos problemas, comparação entre o estudo efetuado nos três intervalos de tempo considerados e sugestões.....	62
4.5.1.a	AVAC	62
4.5.1.b	Iluminação.....	63
4.5.1.c	Circuitos de Tomadas.....	63
4.6	Estudo do Comportamento Energético - de Outubro de 2013 a Agosto de 2014.....	64
4.6.1	Identificação dos problemas e sugestões.....	711
4.7	Técnicas solares passivas – sombreamento	733
4.7.1	Identificação de problemas e sugestões.....	744
5	Conclusões e Trabalho Futuros.....	79
5.1	Conclusões.....	79
5.2	Desenvolvimentos futuros	80
	Bibliografia	81

Lista de Gráficos

Gráfico 4.1. Evolução dos consumos energéticos totais de cada uma das quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.....	40
Gráfico 4.2. Evolução dos consumos energéticos de cada um dos quadros secundários de todas as quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.....	41
Gráfico 4.3. Evolução dos consumos de AVAC de cada um dos quadros principais de todas as quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.....	43
Gráfico 4.4. Evolução dos consumos de AVAC de cada um dos quadros secundários de todas as quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.....	44
Gráfico 4.5. Evolução dos consumos dos quadros principais de todas as quatro frações ao longo do uma semana.....	57
Gráfico 4.6. Evolução dos consumos dos quadros secundários de todas as quatro frações ao longo do uma semana.....	58
Gráfico 4.7. Evolução dos consumos dos quadros principais de todas as quatro frações ao longo do um mês.....	62
Gráfico 4.8. Percentagem de consumo de cada uma das 4 frações nos ciclos horários “Vazio Normal” e “Super Vazio” respetivamente entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.....	66
Gráfico 4.9. Percentagem de consumo de cada uma das 4 frações nos ciclos horários “Ponta” e “Cheia” respetivamente entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.....	66
Gráfico 4.10. Percentagem de consumo que cada fração tem em cada um dos ciclos horários face ao consumo total das mesmas entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014 (Frações 1 e 2 respetivamente).....	67
Gráfico 4.11. Percentagem de consumo que cada fração tem em cada um dos ciclos horários face ao consumo total das mesmas entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014 (Frações 3 e 4 respetivamente).....	67
Gráfico 4.12. Consumo total de cada fração entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.....	68
Gráfico 4.13. Percentagem de consumo que cada fração tem nas últimas estações de Inverno e Primavera, respetivamente.....	69
Gráfico 4.14. Percentagem de consumo que cada fração tem nas últimas estações de Verão e Outono, respetivamente.....	70
Gráfico 4.15. Percentagem de consumo de cada estação climática dentro das frações 1 e 2, respetivamente.....	70

Gráfico 4.16. Percentagem de consumo de cada estação climática dentro das frações 3 e 4, respetivamente.....	71
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 4.1. Número de luminárias presentes no piso onde foi efetuado o estudo de caso e respectivas potências.....	33
Tabela 4.2. Consumos registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014..	39
Tabela 4.3. Média de consumos registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014.....	39
Tabela 4.4. Total e média de consumos registados nos quadros secundários no dia 5 de Agosto de 2014.....	41
Tabela 4.5. Total dos consumos registados nos quadros principais e secundários no dia 5 de Agosto de 2014.....	42
Tabela 4.6. Impacto dos consumos registados dos quadros secundários nos principais dia 5 de Agosto de 2014.....	42
Tabela 4.7. Total e média de consumos de AVAC registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014.....	43
Tabela 4.8. Peso dos cosnumos de AVAC registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014.....	44
Tabela 4.9. Tabela resumo do consumo de iluminação no piso durante o dia em estudo.....	46
Tabela 4.10. Contagem das luminárias e respectivas potências em cada fração do piso.....	47
Tabela 4.11. Peso da iluminação em cada fração do piso.....	48
Tabela 4.12. Consumo dos circuitos de tomadas em cada fração no dia 5 de Agosto de 2014.....	48
Tabela 4.13. Potência máxima dos monitores e portáteis presentes em pleno funcionamento e em <i>stand-by</i>	49
Tabela 4.14. Consumos de portáteis e monitores em pleno consumo e em stand-by à hora de almoço no dia em estudo.....	49
Tabela 4.15. Consumo por posto de trabalho em cada fração registados no dia 5 de Agosto de 2014.....	51
Tabela 4.16. Área de cada fração em m ²	51
Tabela 4.17. Consumo por m ² em cada fração.....	52

Tabela 4.18. Registo de poupanças de consumos noturnos e custos reduzidos associados aos <i>chillers</i> desligados fora do horário laboral.....	53
Tabela 4.19. Valores de Poupanças de consumo e redução de custos quando desligados os portáteis e monitores nas horas de almoço e fora da hora laboral.....	55
Tabela 4.20. Consumo de um dia de trabalho e do horário noturno relativamente ao consumo total em cada fração no dia 5 de Agosto de 2014.....	56
Tabela 4.21. Resumo de todos os valores e relações realizadas nesta secção do capítulo (Consumos QP, Consumos QS, Consumos Noturnos, Peso de QS e QP, Peso de AVAC em QP, Consumo de Iluminação, Consumo dos circuitos de Tomadas, Consumo por m ² e por Posto de Trabalho).....	57
Tabela 4.22. Registo de poupanças de consumos noturnos e custos reduzidos associados aos <i>chillers</i> desligados fora do horário laboral durante um mês.....	59
Tabela 4.23. Valores de Poupanças de consumo e redução de custos quando desligados os portáteis e monitores nas horas de almoço e fora da hora laboral durante uma semana.....	60
Tabela 4.24. Resumo de todos os valores e relações realizadas nesta secção do capítulo (Consumos QP, Consumos QS, Consumos Noturnos, Peso de QS e QP, Peso de AVAC em QP, Consumo de Iluminação, Consumo dos circuitos de Tomadas, Consumo por m ² e por Posto de Trabalho)	61
Tabela 4.25. Registo de poupanças de consumos noturnos e custos reduzidos associados aos <i>chillers</i> desligados fora do horário laboral durante uma semana	63
Tabela 4.26. Registo de poupanças de consumos noturnos e custos reduzidos associados aos <i>chillers</i> desligados fora do horário laboral durante uma semana	64
Tabela 4.27. Ciclos horários do regime BTE [http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CiclodiariofornecBTEBTNpt.aspx].....	65
Tabela 4.28. Soma dos consumos de cada fração em cada ciclo horário entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.....	65
Tabela 4.29. Consumo de cada fração em cada estação do ano em kWh.....	69
Tabela 4.30. Tabela resumo do número de luminárias e das potências associadas	75

Lista de Acrónimos

AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BI	<i>Business Intelligence</i>
BPM	<i>Business Performance Managment</i> – Gestão de Processos Empresariais
BTE	Baixa Tensão Especial
BTN	Baixa Tensão Normal
CFL	Lâmpadas Compactas Fluorescentes
CLRD	Consumo de Luminárias Real Diário
CLRM	Consumo de Luminárias Real Mensal
CM	Consumo de Monitores
CME	Consumo Mínimo Esperado
CMSN	Consumo de Monitores <i>Stand-by</i> Noturno
CP	Consumo de Portáteis
CPA	Consumo por área
CPSN	Consumo de Portáteis <i>Stand-by</i> Noturno
CPT	Consumo por Posto de Trabalho
CTD	Consumo Total Diário
CTL	Consumo Total de Luminárias
CTP	Consumo Total do Piso
DM	<i>Data mining</i>
DW	<i>Data Warehouse</i>
ETL	<i>Extract, Transform, Load</i> – Extração, Transformação, Carregar
ISA	<i>Intelligent Sensing Anywhere</i>
IPQ	Instituto Português de Qualidade
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
OLAP	<i>On Line Analytical Processing</i> – Processamento On-line Analítico
PCI	Percentagem de Iluminação no Total
PM	<i>Power Meter</i> (estação de medida)
PME	Potência Mínima Esperada
QAI	Qualidade de Ar Interior
QP	Quadro Principal
QS	Quadro Secundário
SGTC	Sistemas de Gestão Técnica Centralizada
SME	Sistemas de Monitorização de Energia

UTAN's Unidades de Tratamento de Ar Novo

Neste capítulo serão expostas a motivação e os objetivos que levaram a realização deste projeto, bem como a estrutura do mesmo.

1 Introdução

1.1 Motivação

Atualmente, de uma forma geral, tem-se dado cada vez mais importância ao controlo dos consumos de energia elétrica existindo uma preocupação cada vez mais acentuada relativamente à eficiência energética.

Neste campo, segundo um estudo efetuado pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), em Portugal, os edifícios representam cerca de 30% do consumo total de energia e são ainda o segundo setor com maior consumo de CO₂ [1]. Desta forma, está encontrado um dos setores nos quais possíveis investimentos poderão trazer maiores e mais rápidos retornos financeiros contribuindo para a sustentabilidade energética.

Nos edifícios a energia é utilizada para variados propósitos, nomeadamente: conforto, sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), iluminação, alimentação de equipamentos fixos ou móveis e higiene.

Tendo em conta a importância da eficiência energética e da utilização racional de energia, é indispensável a existência de uma entidade gestora que conduza ao resultado final pretendido, realizando um acompanhamento e uma supervisão ajustados a cada situação. Estas ações visam reduzir gastos excessivos, com grande impacto financeiro, bem como otimizar o conforto dos ocupantes.

Com o objetivo de minimizar os gastos referidos, existem cada vez mais métodos, tecnologias especializadas na monitorização dos consumos de energia e sistemas de gestão técnica centralizada, que permite aos responsáveis, por cada instalação ou entidade, implementarem posteriormente as mais adequadas ações.

Esta gestão e acompanhamento de consumos representam um grande conjunto de vantagens para as instituições ou edifícios e utilizadores, sendo que o único custo presente passa por instalar aparelhos com capacidade para medição das mais variadas grandezas elétricas.

Dados os objetivos referidos, será sempre um grande desafio estabelecer as metas de consumos e de utilização dos equipamentos adequadas, embora seja cada vez mais acessível minimizar o erro na tomada de decisão. A figura 1.1 ilustra a entrada principal do edifício no qual se pretende efetuar o estudo de caso presente.



Figura 1.1: Edifício 3 do parque Suécia, sede da empresa Schneider Electric (fonte: www.parquesuecia.com/galeria).

1.2 Objetivos da dissertação

Considerando o que foi dito anteriormente, esta dissertação assenta num estudo do desempenho energético do piso 3 do edifício 3 do parque Suécia em Carnaxide, no qual a empresa Schneider Electric está sediada.

Dentro do que é mais comum fazer parte das preocupações dos utilizadores, são de destacar os objetivos de monitorizar os consumos através de sistemas de monitorização de energia (SME) ou SGTC's, sendo estes últimos capazes de efetuar controlo quando aliados a outros equipamentos como autómatos ou mesmo aparelhos de proteção com medida e comunicação associados.

Será efetuada uma monitorização completa que fornece um conjunto de informação abrangente relativamente às instalações analisadas.

Em primeira instância, será necessário proceder a uma caracterização do piso, percebendo o que existe, como está disposto, o que está instalado e a funcionar e que tipo de dispositivos existem.

Tendo em conta que a utilização das cargas e do AVAC variam com os dias e dentro de cada dia com os horários, os consumos variam consequentemente. Desta forma, um dos objetivos passa

por perceber o que se consome em cada uma das áreas analisadas e efetuar uma comparação entre elas, percebendo o motivo pelo qual as discrepâncias, caso existam, acontecem.

Sabendo que os sistemas de AVAC e iluminação têm um peso considerável no total dos consumos, existe o objetivo de isolar cada um destes componentes e perceber como é que os mesmos afetam o consumo em cada área. Com isto, tornar-se-á possível isolar igualmente o consumo dos circuitos de tomadas.

Tendo em conta que se considera realmente importante o papel dos utilizadores/pessoas, ou seja, hábitos e comportamentos que influenciam diretamente os consumos, pretende-se perceber não só o impacto do número de pessoas ou postos de trabalho, bem como a forma como os seus comportamentos influenciam os consumos.

Uma vez recolhida e trabalhada toda a informação pretendida e posteriormente definidas metas e objetivos, pretende-se, por fim, implementar um *report* através da qual o utilizador poderá selecionar dados e visualizar gráficos e cálculos, em tempo real, que permitam tirar conclusões minimizando o erro na tomada de decisão.

De uma forma resumida, os objetivos gerais desta dissertação são:

- Efetuar um estudo que engloba consumos e todas as suas derivações de forma detalhada em três períodos de tempo distintos, um dia, uma semana e um mês.
Estudo este que deverá incluir:
 - Análise da evolução dos consumos em cada fração comparando-os entre eles, justificando o porquê dos mesmos e identificando formas para a sua redução;
 - Estudar o impacto que os outros equipamentos que contribuem para os consumos, como o AVAC, a iluminação e os circuitos de tomadas têm nos consumos totais;
 - Verificar a relação entre o consumo e o número de pessoas ou postos de trabalho no piso e em cada fração;
 - Verificar a relação entre o consumo e a área de cada fração;
- Efetuar uma análise dos consumos num período de tempo de dez meses;
 - Pretende-se fazer um estudo englobando os ciclos horários, as frações e as estações climáticas;
- Estudo e avaliação do impacto do sistema solar passivo no consumo do piso, nomeadamente ao nível da iluminação;
- Implementação de um *report* que disponibilize ao utilizador uma visualização intuitiva e direcionada da informação armazenada;

1.3 Estrutura da dissertação

A presente dissertação é constituída por cinco capítulos, nomeadamente:

- Capítulo 1: Introdução

Neste primeiro capítulo procede-se a uma abordagem inicial relativa ao intuito desta dissertação, abrangendo a motivação que levou à escolha do tema, os objetivos que incitaram ao seu desenvolvimento e a estrutura da mesma.

- Capítulo 2: Revisão Bibliográfica

No capítulo 2, para além se ser explicada a composição e o funcionamento do sistema de gestão técnica centralizada (SGTC) utilizado, será efetuada uma alusão a outras tecnologias semelhantes existentes no mercado. As tecnologias referidas englobam dois grandes grupos, os SGTC's e os SME's. Será posteriormente exposto o conceito de BI, seguido do quadro legislativo e regulamentar. Neste último serão abordadas normas, diretivas, associações e organizações relacionadas com energia e qualidade de serviços e produtos.

- Capítulo 3: Metodologia

Aqui será exposta a metodologia a ser aplicada de forma a ser possível realizar as análises presentes no capítulo 4.

- Capítulo 4: Estudo de Caso

Este capítulo consiste no desenvolvimento prático desta dissertação. Começando por uma caracterização das instalações e equipamentos, passando em seguida para a realização de três diferentes estudos. O primeiro é composto por sete análises e os mesmos são aplicados a três intervalos de tempo diferentes, o segundo, para um intervalo de dez meses, será efetuado um estudo composto por cinco análises e por último, no terceiro estudo, será analisada a técnica solar passiva presente no edifício em estudo. No final serão expostos os resultados bem como sugestões de melhoria.

- Capítulo 5: Conclusões e trabalhos futuros

No sexto capítulo será efetuada a síntese e respetivas conclusões finais do trabalho executado bem como considerações acerca de possíveis futuros trabalhos de forma a dar continuidade ao desenvolvido.

No capítulo 2 serão enumeradas e explicadas algumas soluções existentes no mercado, nomeadamente, SGTC e SME. Será ainda efetuada uma abordagem ao conceito de BI e será igualmente exposto o quadro legislativo relacionado com o projeto desenvolvido. Será ainda referida a agência para a energia Adene.

2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo pretende-se explicar o propósito não só da solução de gestão técnica centralizada utilizada para desenvolvimento desta dissertação bem como outras soluções idênticas existentes no mercado. Abordar-se-ão ainda o conceito de BI, normas, diretivas, associações e organizações que estão relacionadas com o desenvolvimento desta dissertação.

Podem ser consideradas no mercado duas grandes famílias de sistemas relacionados com a eficiência energética dos edifícios: os SGTC's e os SME's.

A presença dos mesmos em edifícios revela-se cada vez mais relevante para as entidades responsáveis pelas instalações, uma vez que o grande objetivo passa por aumentar a eficiência energética. Os SGTC são constituídos por controladores que ligados em rede entre si têm o objetivo de gerir e controlar as instalações. Em edifícios de grande dimensão, estes sistemas podem gerir e controlar sistemas de AVAC, iluminação, controlo de acessos entre outros. Com a instalação dos SME's, é possível efetuar uma monitorização de consumos energéticos, corrigindo ineficiências e identificando oportunidades que conduzam a uma redução nos consumos de energia.

A utilização de protocolos de comunicação *standard* reduz bastante a probabilidade de incompatibilidades entre equipamentos. Uma grande vantagem que estes sistemas podem ter passa por consistirem numa estrutura que torna acessíveis eventuais alterações futuras.

No mercado nacional existem alguns sistemas com este objetivo, ou seja, pensados para garantir um aumento da eficiência energética.

2.1 Sistemas de Gestão Técnica Centralizada

2.1.1 SmartStruxure [2]

Para o desenvolvimento desta dissertação foi utilizada uma nova solução da empresa Schneider Electric designada *SmartStruxure*. Esta consiste num SGTC que foi instalado com o objetivo de monitorizar e controlar a climatização, a iluminação e a energia elétrica.

É composta por uma junção de *software*, *hardware*, engenharia, instalação e serviços. De uma forma geral, visa garantir que os edifícios são geridos de forma correta e eficaz, em termos energéticos.

Mais concretamente, o *SmartStruxure* é alimentado pelo *software StruxureWare for Building Operation*, sendo que este permite o controlo e gestão de energia, AVAC, iluminação e deteção de incêndios.

O objetivo desta solução passa por reduzir o impacto ambiental e o consumo de energia em 30%. Na figura 2.1 apresenta-se o diagrama que permite ilustrar as ligações entre os vários componentes do mesmo.

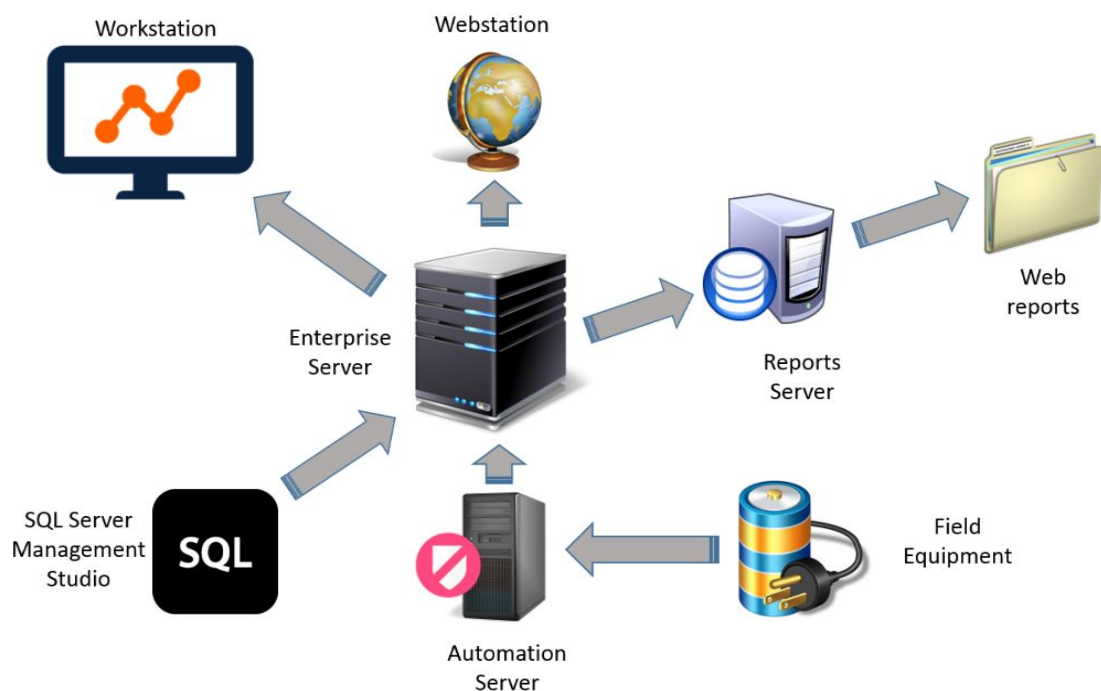


Figura 2.1. Relação entre os diferentes componentes do *SmartStruxure Building Operation*.

O *SQL Server Management Studio* consiste numa base de dados com capacidade para armazenar grandes quantidades de informação, atual e históricos. É um *software* também utilizado para

configurar, gerir e administrar todos os componentes relacionados com o *Microsoft SQL Server*. O principal objetivo deste *software* passa por permitir ao utilizador pesquisar, seleccionar e parameterizar qualquer objeto que se encontre criado dentro do servidor.

Dentro dos membros mais importantes em toda a arquitetura encontram-se os controladores ou *automation servers*. Estes têm a capacidade de correr vários programas de controlo, de gerir módulos de entrada e saída (I/O), alarmes e utilizadores. Podem ainda funcionar como servidores ou registos e têm capacidade gráfica.

Devido às várias portas de entrada que um *automation server* possui, torna-se possível comunicar através de vários protocolos, dispositivos e servidores.

Em instalações de pequena dimensão, o *automation server* atua como um servidor independente, ao passo que em instalações médias e grandes, as funções são repartidas pelos vários *automation servers* presentes que comunicam entre si por TCP/IP¹.

Passando para o *Enterprise Server*, este pode ser descrito por uma versão para o Windows do *Struxureware Building Operation Server*. Este consiste num servidor que recolhe os dados do *SQL Server Managment Studio*, junta a informação e mantém a mesma pronta para ser consultada e manipulada pelo utilizador. Para além disso, tem a capacidade de correr vários programas.

Os utilizadores podem, mediante a *workstation* ou *webstation*, aceder, manipular, configurar, controlar ou apenas monitorizar os dados armazenados.

Todo o sistema, incluindo todos os *automation servers* e aparelhos associados a estes, podem ser acedidos e configurados através do *enterprise server*. É possível também ajustar o tipo de programação, sequencial ou blocos, à aplicação em questão. Isto torna o *Enterprise Server* único no mercado. No mesmo estão os alarmes definidos pelo utilizador, bem como os eventos ocorridos, dados armazenados e alterações efetuadas. Cada alteração num parâmetro é identificada sendo mostrada a seguinte informação: data e hora em que foi efetuada a alteração, quem a realizou e como é que determinados valores foram alterados.

O *Enterprise Server* consegue comunicar com os protocolos de comunicação Modbus, BACnet e LonWorks. É, também, possível aceder aos dados através de páginas web. Este processo é bastante seguro tendo em conta a necessidade da existência de credenciais que permitam o acesso ao utilizador.

Considerando para as formas de aceder ao *enterprise server*, e tal como anteriormente referido, estas podem ser através da *workstation* ou da *webstation*.

¹ TCP-IP (Transmission Control Protocol-Internet Protocol) – Este consiste num conjunto de várias camadas ou protocolos que visa permitir a comunicação entre computadores em rede. Cada camada desempenha uma determinada tarefa sendo que cabe às camadas mais altas lidar com os dados mais abstratos.

Começando pela *workstation*, esta consiste numa plataforma que permite trabalhar e administrar todos os dados relativos ao *software*. É uma das formas de aceder aos dados armazenados nos registos. Permite visualizar, alterar e gerir dados, graficamente e em forma de lista, alarmes e relatórios. Através da *workstation*, é possível fazer todo o tipo de funções que seriam realizadas no *enterprise server*. Este tem a particularidade de se ajustar às definições locais, ou seja, são definidos, à partida, os formatos das unidades e datas utilizados no local em questão. A janela principal da *workstation* tem o nome de *workspace* e esta tem uma aparência pré-definida e associada a cada conta de cada utilizador, podendo facilmente ser modificada. Observando a figura 2.2 é possível ter uma ideia do ambiente deste *software*.

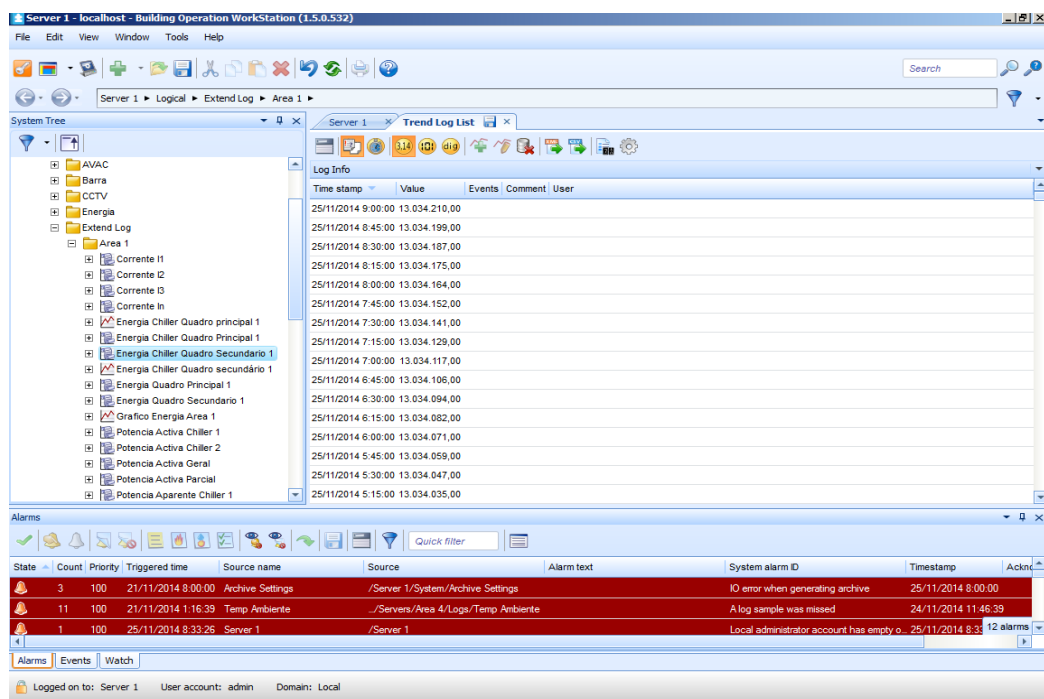


Figura 2.2. Figura representativa do ambiente de trabalho do *software workstation*.

Existe a possibilidade de, ainda através da *workstation*, visualizar informação de várias formas distintas, sendo elas:

- Periódicamente - todos os dias, horas ou minutos.
- Mudança de valor - este método apenas grava os valores que ultrapassam um valor máximo pré-definido.
- Os dados podem ser visualizados em forma de lista ou gráfico, como tinha sido anteriormente referido. Quando visualizado graficamente, é possível juntar vários conjuntos de dados no mesmo gráfico.

Uma das vantagens da utilização da *workstation* é o facto de existir a capacidade de enviar atualizações sem interromper outras tarefas, desta forma o desempenho do sistema não é afetado.

Por fim, e não menos importante, em caso de necessidade de extração de valores para posteriormente serem trabalhados num outro formato, esta extração pode ser efetuada de forma intuitiva, convertendo a lista de valores para formato *Excel*.

Quanto à *webstation*, pode dizer-se que as suas principais funções são bastante idênticas às da *workstation*. Contudo, existem diferenças como o facto de esta passar por uma página web e não um software possibilitando, desta forma, o acesso remoto e consequente monitorização em qualquer parte do mundo a qualquer hora. Também o ambiente de trabalho na *webstation* está representada na figura 2.3, sendo este muito idêntico ao da *workstation*.

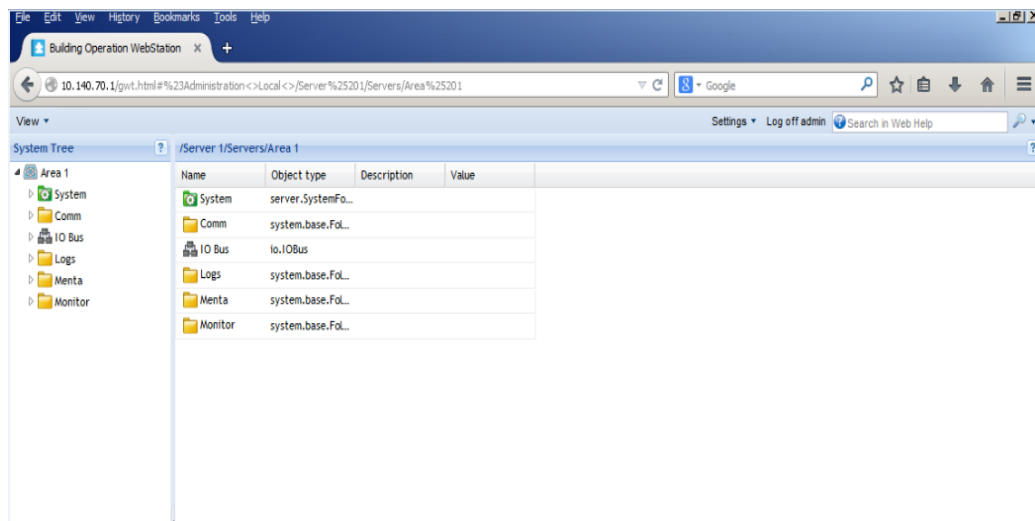


Figura 2.3. Figura representativa do ambiente de trabalho da página web da *webstation*.

Todos os *automation servers* e o *enterprise server* vêm com esta funcionalidade integrada. De uma forma geral, esta funcionaidade do *SmartStruxure* permite ao utilizador o acesso fácil e intuitivo aos servidores da mesma.

Embora seja possível modificar relatórios através da *workstation* e *webstation*, apenas é possível criá-los utilizando a ferramenta informática *Microsoft Report Builder*. Para além destes, existe ainda uma página web dedicada à consulta e manipulação de relatórios, tendo o nome de *webreports*. A página referida segue apresentada na figura 2.4.

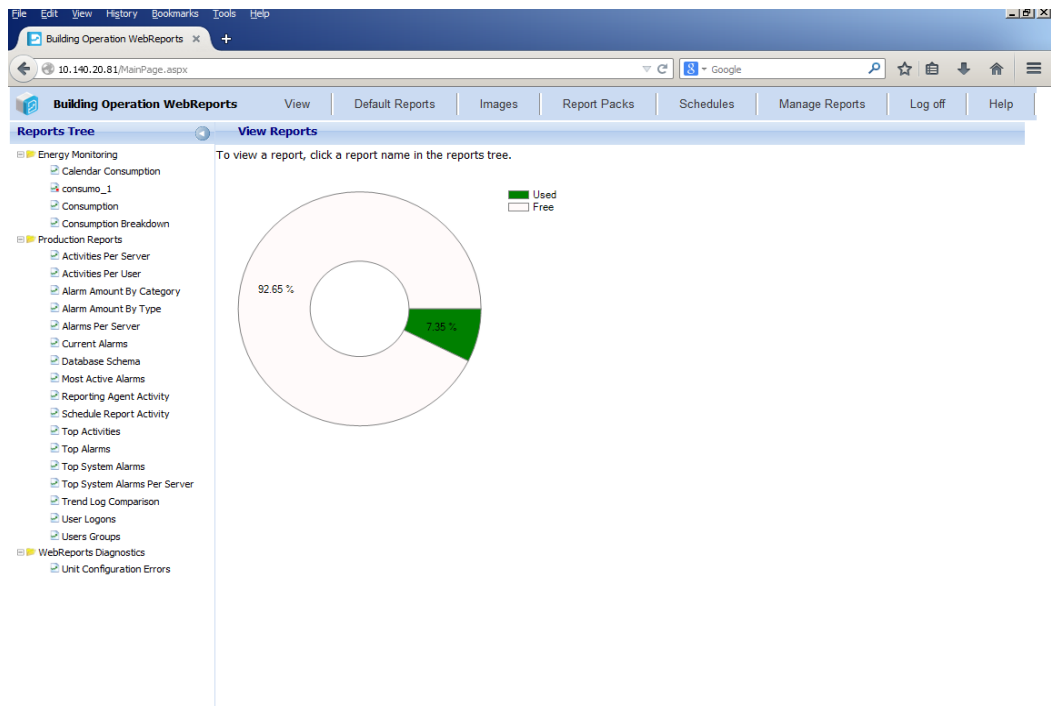


Figura 2.4. Figura representativa do ambiente de trabalho da página web do webreports.

2.1.2 S-Monitoring

A solução S-Monitoring possibilita não só a monitorização mas também o controlo de instalações.

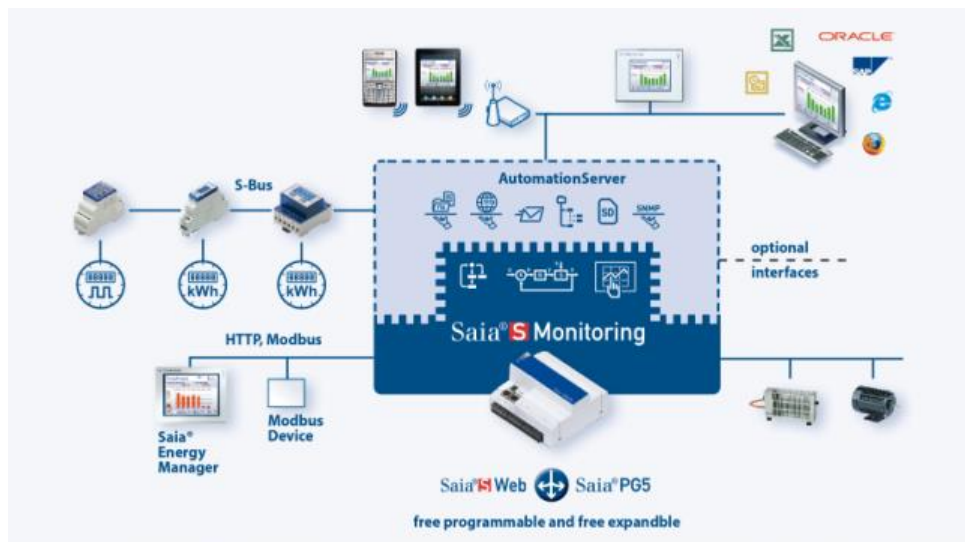


Figura 2.5. Grupo de possíveis constituintes da solução [fonte: www.infocontrol.pt/982/solucao-s-monitoring---nova-solucao-de-monitorizacao-e-controlo-de-energia.htm].

A figura 2.5 junta os variados equipamentos que podem constituir esta solução. Na prática, o principal componente desta solução consiste num autómato compacto cujas funções vêm previamente definidas e programadas. Se houver necessidade de monitorizar outro tipo de contadores, esse ajuste pode ser efetuado programando o autómato. A recolha de dados dos aparelhos de medida é efetuada via comunicação serie. Ainda mediante programação do autómato, é possível implementar outras rotinas de controlo de instalação que não venham definidas inicialmente, sem que para tal seja necessário o acréscimo de outros equipamentos.

A grande vantagem desta solução passa pela possibilidade, por parte do utilizador, de no início monitorizar toda a instalação e posteriormente, com base nas conclusões obtidas, efetuar um controlo dedicado e mais eficiente das mesmas.

O utilizador consegue visualizar toda a informação em tempo real, em lista de valores ou graficamente. Permite ainda a possibilidade de gerar relatórios com os dados pretendidos.

2.2 Sistemas de Monitorização de Energia

2.2.1 StruxureWare Power Monitoring Expert Software

Este *software* consiste num sistema completo que possibilita realizar atividades de monitorização. Os equipamentos de campo efetuam a leitura dos dados em primeiro lugar, sendo que em seguida a informação recolhida é enviada para um controlador com capacidade de registo. Posto isto, a mesma informação segue depois para o *software* por ação dos controladores. Este, por sua vez, armazena e organiza a informação e apresenta a mesma através de uma interface web simples e intuitiva como se pode ver pelas figuras 2.6 e 2.7.



Figura 2.6: Página web principal do sistema StruxureWare Power Monitoring Expert Software e exemplo de um dashboard com gráficos de utilização de energia. [fonte para Figuras 7 e 8:

<http://www.schneider-electric.com/products/ww/en/5100-software/5145-power-monitoring-control-software/61280-struxureware-power-monitoring-expert7/?xtmc=StruxureWare%2520Power%2520Monitoring%2520Expert%2520Software%2520&xtcr=2>] respetivamente.

A arquitetura do *Struxureware Power Monitoring Expert Software* suporta protocolos *standard* do setor industrial e uma grande variedade de equipamentos da Schneider Electric.

Desta forma, as principais características e capacidades desta solução são a sua arquitetura flexível, monitorização em tempo real, realização de análises de qualidade de energia, definição de alarmes, elaboração de relatórios, suporte em vários idiomas e interface web personalizável nomeadamente em termos de *dashboards*, diagramas, tabelas, alarmes e relatórios apresentados.

Algumas das possíveis aplicações desta solução são a identificação de discrepâncias nas faturas de eletricidade, avaliação da qualidade da energia e posterior revelação de oportunidades de otimização, verificação da fiabilidade dos equipamentos, entre outros.

Por fim, a principal função do *Struxureware Power Monitoring Expert Software* visa otimizar a eficiência energética melhorando, como consequência, o desempenho do negócio da instituição na qual está instalado.

2.2.2 ModSecur BMS – Building Management System

A empresa Maxiglobal desenvolveu uma plataforma de gestão de informação proveniente dos dispositivos com capacidade de medida instalados. O *output* do sistema em questão é bastante intuitivo não deixando perceber a complexidade relativa à implementação do mesmo.

Esta plataforma permite ter uma visão geral de todos os equipamentos instalados em tempo real, monitorizando consumos de AVAC, iluminação, sistemas de deteção e extinção de incêndios, controlo de acessos, entre outros. Esta monitorização pode se feita a qualquer hora e em qualquer lugar bastando, para isso, ter acesso à internet.

Consoante o tipo de instalação e os objetivos que se pretendem atingir, esta solução pode ser ajustada de forma a garantir a maior eficiência para as situações em questão [fonte: http://www.maxiglobal.pt/conteudos.asp?id_tema=4&menu_id=5].

2.2.3 Prognos

O *Prognos* consiste num *software* de gestão de dados desenvolvido pela ISA cuja aparência da página web, através da qual se efetua a monitorização, é a apresentada na figura 2.7. O seu objetivo é auxiliar a distribuição de gás e combustíveis nas empresas, reduzindo custos e otimizando processos através da monitorização de dados local ou remotamente.



Figura 2.7. Página web que permite a monitorização de dados da solução *Prognos* [fonte: [/www.isasensing.com/pt/pagina/129](http://www.isasensing.com/pt/pagina/129)].

As empresas têm, ao utilizar esta plataforma, acesso a dados de consumos e outros indicadores considerados fulcrais. De origem, o *Prognos* vem preparado para diferentes tipos de utilização para que, desta forma, seja possível garantir a maior eficiência da sua aplicação.

A interface que permite ao utilizador usufruir das funcionalidades desta plataforma consiste num *dashboard* onde estão disponíveis os principais indicadores relativos às soluções monitorizadas. É possível visualizar os locais monitorizados geograficamente.

Também nesta solução é possível gerar relatórios e exportá-los se se considerar útil.

2.2.4 Kisense Water

Por último, focado num ramo diferente mas com os objetivos em comum, de salientar o *software Kisense water* que foi desenvolvido pela empresa ISA e permite a monitorização de consumos. Na figura 2.8, pode observar-se o aspeto da página web associada ao *software* referido. Tal como outros sistemas existentes no mercado, este *software* não só analisa dados de consumos de água lidos como posteriormente faculta ao utilizador informação importante que servirá de auxílio para a tomada de decisão.

Uma das funções que torna o *Kisense water* único é o facto de possuir a capacidade de cruzar a informação recolhida de forma automática. Este tipo de análise facilita muito na deteção de falhas que levam a fugas. Mesmo em locais sem possibilidade de medir consumos, através do módulo

Systems Managment, é possível identificar a existência de fugas bem como efetuar uma quantificação da dimensão das mesmas com base em análises de caudais.

A consulta de informação é possível em qualquer local bastando para tal aceder à página web associada mencionada no primeiro parágrafo.



Figura 2.8. Página web na qual está toda a informação recolhida para monitorização [fonte: <http://www.isasensing.com/pt/noticia/547/kisense-water-um-salto-face-a-telemetria-tradicional/>].

2.3 O Conceito de BI, Quadro legislativo e regulamentar e Adene

Sendo o aquecimento global e os consequentes impactos causados pelo mesmo conhecimento de todos, existe cada vez mais uma união de esforços tendo como principal objetivo garantir uma maior eficiência energética, ou seja, reduzir os gastos monetários relativos aos consumos mantendo o conforto dos ocupantes. Para tal, existem normas, diretivas associações e organizações que visam auxiliar as entidades responsáveis pelos edifícios neste sentido.

Considera-se importante fazer uma alusão ao conceito de BI uma vez que, quando bem estruturado e implementado, leva à redução de recursos e tempo nos processos que levam à tomada de decisão, ou seja, conduz à otimização dos mesmos. O conjunto de ferramentas, aplicações e metodologias que constituem este conceito podem facilitar consideravelmente a tomada de decisão por parte dos responsáveis por uma instituição, o que pode culminar em otimizações na gestão da mesma. Tal justifica a referência a este conceito sendo ainda que o mesmo se pode utilizar para efetuar uma monitorização de energia.

2.3.1 O Conceito de BI [3]

O conceito de BI não é recente embora o nome que tem atualmente o seja. Este foi criado no ano de 1996 pelo grupo Gartner. O conceito é constituído por metodologias, ferramentas de *software*, bases de dados, processos e regras. O mesmo pode então descrever-se, de forma simplificada, como a capacidade de, pegando em informação já existente e revelada por uma fonte ou instituição, construir conhecimento que posteriormente irá ajudar a minimizar o erro numa tomada de decisão.

De forma a permitir uma análise de periodicidade variável, um sistema de BI terá de ter a capacidade de garantir o acesso à informação no tempo adequado, nomeadamente a relatórios, para que os decisores possam tomar decisões em tempo útil. Entende-se por análise o facto de o utilizador poder, em qualquer momento, consultar informação e perceber a evolução dos valores medidos nos equipamentos. De forma intuitiva e baseado na informação já recolhida, cabe a quem toma a decisão, fazê-lo da forma mais informada possível. Para que tal aconteça, é necessário trabalhar a informação recolhida.



Figura 2.9. Exemplo de página de BI na qual é possível consultar informação em tempo real [8] [fonte: http://www.sas.com/en_us/software/business-intelligence.html]

A figura 2.9 representa um exemplo de um *dashboard* de BI, com diferentes tipos de evoluções de indicadores.

O principal objetivo de um sistema de BI é garantir os seguintes benefícios:

- Maior capacidade de análise - tendo em conta os dados recolhidos e posteriormente trabalhados;
- Economia de gastos - com a eliminação de dados menos importantes, é possível otimizar processos reduzindo os recursos utilizados;
- Economia de tempo - melhorar o desempenho, não perdendo tempo com informações incorretas ou desnecessárias, o que leva a uma otimização do tempo na tomada de decisões;
- Minimização da probabilidade de errar na tomada de decisão;
- Eficiência dos processos futuros - com sistemas de BI bem estruturados, é possível acompanhar melhor todos os processos em questão;
- Estratégias mais adequadas a cada situação - a análise dos dados recolhidos e as consequentes metodologias, permitindo proceder de forma mais adequada em cada situação;

Uma das mais-valias da implementação de um sistema de BI numa entidade empresarial passa pela aquisição de uma capacidade de antecipação de problemas futuros.

O conceito de BI pode então ser definido como a aplicação de um conjunto de metodologias, processos e regras como por exemplo:

- *Data warehouse* (DW);
- *Data Mining* (DM);
- Ferramentas OLAP;
- Interface com o utilizador;

O DW pode descrever-se como um repositório central para onde se encaminha toda a informação proveniente de uma ou mais fontes. Tem ainda a capacidade de processar a informação mencionada. Ao processo de integração e utilização de dados no DW chama-se Data Warehousing sendo o sistema BI implementado caracterizado por um conjunto de aplicações que permitem aceder e visualizar os dados armazenados no DW.

A *data mart*, também parte importante de um sistema de BI, consiste num repositório de informação especialmente focada numa determinada área de negócio. Cada *data mart* é implementado ou instalado consoante a necessidade da entidade em questão.

Uma vez obtida toda a informação proveniente das fontes utilizadas e contruído o DW, o objetivo seguinte passa pela exploração de grandes quantidades de informação procurando padrões

consistentes de forma a detetar relações entre variáveis e consequentemente novos subconjuntos de dados, a esse processo dá-se o nome de *data mining*.

As ferramentas ou técnicas *Online analytical processing tools* (OLAP) possibilitam uma visualização multidimensional e resumida dos dados em análise e podem ser utilizadas para auxiliar na construção de relatórios, em análises ou que levem, posteriormente, a uma otimização do negócio. Por outras palavras, as ferramentas OLAP permitem que o utilizador visualize facilmente a informação pretendida de várias formas diferentes. Como exemplo, estas ferramentas podem disponibilizar evoluções temporais, histogramas, gráficos, entre outros modos ou formas de visualização. Nestas estão também incluídas ferramentas *Extract, transform, load* (ETL) que consistem num conjunto de processos através dos quais a informação é recolhida de uma ou mais fontes, em seguida é transformada de forma adequada à situação em questão e por fim registada em sistemas. Um dos exemplos de um sistema onde essa informação pode ser registada é uma DW.

Posto isto, existe a fase de *benchmarking* ou processo que permite comparar diferentes processos ou sistemas, sendo esta a procura de formas que possam levar a uma maximização do desempenho, tendo sempre em consideração os dados recolhidos. Todas as relações e informações existentes deverão ser expostas de forma intuitiva mediante uma interface com o utilizador sendo que esta pode ser um *dashboard*, um *report*, entre outros.

2.3.2 Quadro legislativo e regulamentar

A eficiência energética² é considerada um fator chave para a segurança, competitividade e sustentabilidade do mercado energético. Para além desta, é igualmente importante existir uma preocupação igual relativamente à qualidade no trabalho e à gestão ambiental, isto mediante sistemas instalados e processos definidos que permitem efetuar essa gestão.

De forma a garantir o cumprimento de regras, são estabelecidas normas e diretivas, bem como criadas associações e organizações visando alcançar de forma controlada a meta pretendida. A entidade responsável pelo estabelecimento das normas em Portugal, pela gestão de programas financeiros e acreditação de entidades é o Instituto Português de Qualidade (IPQ).

Importante referir a existência de um plano com a designação 20-20-20, aprovado pelo Conselho Europeu, composto pelos objetivos ou metas definidas para se atingir até 2020.

Os objetivos estabelecidos são:

² Entende-se por eficiência energética a capacidade e reduzir os consumos de energia, ou seja, reduzir o consumo em cada equipamento ou produto sem que seja necessário alterar o estilo de vida ou mesmo o conforto do qual se usufrui.

- Redução de, pelo menos, 20% na emissão de gases de efeito de estufa;
- Aumentar a produção a partir de fontes renováveis em 20%;
- Um aumento de 20% em termos de eficiência energética;

2.3.2.a EPBD – Diretiva de Desempenho de Edifícios

A diretiva da Comissão europeia EPBD foi introduzida em 2002 e está relacionada com o desempenho energético dos edifícios. Esta obriga a que os edifícios possuam uma certificação de desempenho energético.

Esta diretiva obriga ainda a definir normas e objetivos mínimos a serem atingidos em termos de desempenho energético tanto em edifícios novos como nos remodelados [fonte: http://www.ideal-epbd.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=2&lang=pt].

2.3.2.b EED – Diretiva para a Eficiência Energética

Esta diretiva entrou em funcionamento no ano de 2012 sendo que grande parte dos objetivos previstos pela mesma tiveram de ser implementados até Junho de 2014.

Em resumo, a diretiva EED da Comissão Europeia estabeleceu um conjunto de medidas de forma a ser possível alcançar os objetivos para a eficiência energética definidos para 2020. Para tal, todos os países membros da União Europeia terão de definir formas de utilização da energia mais eficientes, desde a produção e distribuição ao consumo final da mesma.

As novas medidas estabelecidas pela diretiva EED são:

- Obrigatoriedade, por parte de cada país membro, em estabelecer uma meta em termos de eficiência energética;
- Cada país membro terá de alcançar determinados valores de poupança de energia final;
- Acesso à informação de forma intuitiva e em tempo real;
- Auditorias energéticas obrigatórias;
- Monitorização da forma como a energia é gerada;

Em Portugal, a meta definida representa uma redução da energia primária em 25% até 2020. (fonte: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/eed_en.htm)

2.3.2.c Norma ISO 50001 – Sistemas de gestão de energia [4]

A ISO 50001 é uma das normas criadas para possibilitar às instituições a criação de processos ou sistemas que consigam otimizar o desempenho energético. Desempenho este que engloba fatores como a utilização de energia disponibilizada, os consumos efetuados, entre outros.

A implementação desta norma apenas fará sentido para as instituições, se realmente se conseguirem melhorias como a redução de custos ou a redução da emissão de gases de efeito de estufa.

Esta norma não apresenta qualquer restrição de aplicação bastando apenas ter em conta os limites da instalação sendo a certificação bem-sucedida em caso de compromisso por parte de todas as entidades envolvidas. Após ser certificada pela ISO 50001, uma instalação pode definir objetivos e planos de ação de forma a garantir mais facilmente melhorias a todos os níveis, energéticos e financeiros, tendo toda a liberdade desde que hajam em conformidade com os requisitos da norma. Cabe à direção de cada instalação criar então, políticas de energia para as quais todos os processos irão convergir.

Para a aplicação da mesma funcionar na sua plenitude, são necessários cumprir quatro passos fundamentais, sendo eles:

- Planeamento – Neste passo são definidas as metas/objetivos a alcançar e os processos;
- Implementação – Colocação em prática de tudo o que foi pensado;
- Monitorização – De forma constante e contínua para averiguar se o caminho a decorrer é o pré-definido. Os dados recolhidos terão de ser expostos e relatados;
- Intervenção – Com base na análise dos dados monitorizados, decorrerá uma intervenção visando otimizar todos os processos;

De forma a perceber se os valores medidos são os esperados, cada instituição terá de ter uma base de comparação como por exemplo outra unidade semelhante. Para garantir a eficiência energética pretendida, terão ainda de ser controlados à priori os desempenhos de cada equipamento e terá de existir um indicador de eficiência energética. Ao longo do tempo, existirão auditorias para avaliar se os requisitos estão, de facto, a ser cumpridos.

2.3.2.d NP EN ISO 9001 - Gestão da qualidade [5]

Esta norma foca-se exclusivamente em estipular processos, regras e objetivos que otimizem a qualidade, de uma forma geral, no trabalho.

Os processos ou sistemas que podem possibilitar a gestão eficaz da qualidade são construídos com base em factos e considerando o cliente como foco principal. Qualquer erro relacionado com o serviço ao cliente ou mesmo com o produto fornecido, prejudica o desempenho da organização certificada por esta norma.

A correta aplicação da mesma depende dos seguintes fatores:

- Responsabilidade de gestão – Terá de ser efetuado um compromisso, por parte da instituição, em como existem condições para se evoluir no campo pretendido. São também definidos planos e políticas de gestão.
- Gestão de recursos – Implica conhecer os recursos que serão efetivamente necessários para alcançar as metas definidas. Terá ainda de se perceber e analisar se a infraestrutura é adequada aos objetivos.
- Realização do produto – É planeado o desenvolvimento de cada produto ao detalhe e é tido em conta cada tipo de cliente e fornecedor. Por fim, assegurar a verificação e calibração dos equipamentos de monitorização.

Em suma, esta norma visa comprovar que a qualidade, em termos de serviço e produto, está de acordo com o esperado pelo cliente e com as exigências das legislações e ainda permite medir os processos implementados para melhoria do desempenho da instituição.

2.3.2.e NP EN ISO 14001 - Gestão Ambiental [6]

A norma NP EP ISO 14001 aplica-se não só a novos sistemas de gestão ambiental novos como também a sistemas já existentes, sendo por isso, de fácil adaptação. Aplica-se apenas ao controlo do impacto de aspetos ambientais significativos, como por exemplo a poluição.

Como em todas as normas anteriormente referidas, a instituição que pretende ser certificada por esta norma tem de:

- Implementar, manter e melhorar o sistema implementado;
- Garantir que está a cumprir as metas e os processos a que se propôs;
- Relatar resultados periodicamente;

A aplicação desta norma trás vários benefícios, nomeadamente, a redução do consumo de matérias-primas e de energia, redução de recursos e posterior controlo mais eficaz de custos, entre outros.

A continuidade da aplicação e o respetivo sucesso da aplicação desta norma depende, em grande parte, da política ambiental da instituição.

A melhoria contínua é, mais uma vez, crucial. Para que tal aconteça, a recolha e qualidade dos dados recolhidos terá de ser tida em conta e a avaliação dos mesmos cuidada.

De uma forma geral, esta norma aplica-se às instituições que pretendem reduzir o impacto da sua atividade no ambiente.

As normas, associações e agências referidas anteriormente estão, portanto, relacionadas com a utilização racional de energia, qualidade de trabalho e relação com o ambiente.

Tendo isso em consideração, qualquer política relacionada com energia, terá de estimular a eficiência energética e consequente diminuição dos desperdícios, mediante processos ou regras de regulação.

Uma vez mais, cada instituição que venha a implementar processos para garantir uma otimização da qualidade ou ambiental terá de assegurar que as metas serão alcançadas e os indicadores melhorados.

2.3.2.f EN 15232 – Eficiência energética de edifícios [7]

A norma EN 15232 tem como principal objetivo caracterizar as performances dos sistemas de controlo e gestão dos edifícios por forma a conseguir otimizar a eficiência energética dos mesmos. Esta especifica os ganhos potenciais em energia elétrica e térmica por tipologia de edifícios. Desta forma, e posteriormente à instalação dos sistemas, esta norma visa garantir que os mesmos trabalham de forma a atingir o objetivo pretendido, ou seja, maior eficiência energética.

2.3.2.g EN 16001 – Sistemas de gestão de energia [8]

Ainda no ano de 2008, entrou em vigor uma nova norma, a EN 16001 servindo esta de auxílio ao responsável pela exploração das instalações em termos de estruturação e orientação, estabelecendo sistemas e processos que aumentem a eficiência energética. Não tem qualquer restrição em termos de instalações, nomeadamente o setor a que pertencem, as atividades que praticam ou as suas dimensões. Em suma, o objetivo principal passa por implementar rotinas de melhoria contínua levando a uma utilização mais eficiente da energia.

2.3.2.h EU.bac - Associação europeia de automação e controlo de edifícios [9]

Esta associação, como a própria designação indica, tem como principal objetivo representar os fabricantes de sistemas de controlo e automação bem como instituições relacionadas com energia. Para além de ser garantido o nível pretendido de conforto, pretende-se ainda reduzir custos, maximizando a relação entre estes e o conforto dos ocupantes.

Esta associação, para atingir as suas metas, baseia-se em normas como EN 15232. A segunda passa por um conjunto de sub-normas cuja relação de todas elas permite auferir o balanço de utilização de energia nos edifícios, novos ou já existentes. Este balanço engloba consumos como AVAC ou iluminação. A Schneider Electric é um dos membros da associação.

Os processos iniciais para garantir os objetivos pretendidos passam por:

1. Preparação – Conhecimento da planta do local e respetivos equipamentos em questão;
2. Certificação da instalação – Efetuado por um inspetor autorizado. Este deve receber uma lista de verificações por parte do responsável da instalação com o objetivo de perceber se a mesma tem capacidade para atingir o objetivo pretendido;
3. Inspeção periódica – De forma a verificar se as funcionalidades certificadas continuam disponíveis e a funcionar adequadamente. Em caso negativo a associação será avisada e irá propor uma alteração ao responsável;

Para ser possível fazer parte desta associação, tem de haver a garantia, por parte da instituição interessada, de capacidade para projetar, implementar e colocar em funcionamento todos os processos.

Terão de ser realizadas auditorias ao longo do tempo, também estas, por pessoas autorizadas, de forma a confirmar, ou não, a continuidade do bom funcionamento dos equipamentos.

2.3.3 Agência para a Energia – Adene

Esta agência foca-se em melhorar a sustentabilidade energética. Permite aos utilizadores dos edifícios em questão o acesso a informações sobre o desempenho energético dos mesmos, implementando novos métodos ou sistemas de gestão de energia.

A realização da certificação energética é da responsabilidade dos proprietários especializados da instituição. Quanto aos prazos de validade, variam consoante o edifício.

É também responsável por levar a cabo diversas atividades ainda no âmbito da eficiência energética em Portugal, tendo a capacidade de juntar as várias entidades do setor, empresas e

particulares, ajudando as mesmas a mudar a sua mentalidade e a corrigir rotinas que desviam do objetivo pretendido.

Passa por um parceiro no sentido de que possam dar juntos, Adene e entidades, os passos corretos rumo a um futuro mais sustentável, mudando o comportamento e implementando novos e mais ajustados hábitos energéticos [fonte: <http://www.adene.pt/agencia-0>].

Neste capítulo será explicada a metodologia utilizada para a conceção desta dissertação.

3 Metodologia

Este capítulo foi construído de forma a garantir que a metodologia utilizada possa ser aplicada a outros estudos ou outras instalações.

Foram efetuadas leituras dos valores de energia consumida provenientes dos quadros elétricos de cada uma das quatro frações do piso no qual foi efetuado o estudo de caso, sendo os dados recolhidos posteriormente registados numa base de dados de forma a que os consumos entre as frações pudessem ser comparados.

De forma a perceber se existiam variações acentuadas entre perfis de consumo com o tempo, optou-se por considerar três intervalos de tempo diferentes, sendo eles, um dia, uma semana e um mês, ou seja, foram efetuadas as mesmas sete análises, que se apresentam em seguida, a cada um dos períodos. De salientar que os três intervalos de tempo escolhidos fazem parte dos meses de Agosto e Setembro, meses estes que coincidem com o período no qual mais colaboradores estão de férias. Ainda assim, utilizaram-se estes períodos temporais uma vez que tanto a utilização dos sistemas de AVAC como o consumo de iluminação se mantêm relativamente constantes ao longo do ano e que na segunda parte da metodologia se irá efetuar um estudo para um intervalo de tempo mais extenso.

1. Determinar os consumos dos quadros principais e secundários em cada fração e efetuar a consequente relação entre as frações

Neste primeiro ponto, serão extraídos valores de energia dos registos nos quais se encontra toda a informação proveniente dos analisadores de energia. Os valores registados são acumulados. Desta forma terá de se subtrair cada valor pelo da hora anterior de forma a obter o consumo ocorrido nesse intervalo de tempo, isto terá influência na representação gráfica dos consumos, sendo apenas possível apresentar 23 horas. Aqui serão expostos os consumos totais e médios, tanto dos quadros principais como dos secundários, para cada uma das frações do piso. Os valores totais são obtidos somando os consumos de cada hora em cada período considerado (um dia, uma

semana e um mês) e os consumos médios baseiam-se na média aritmética dos consumos em cada um dos períodos referidos.

2. Obter o peso dos consumos dos quadros secundários nos principais

De forma a ser possível obter o peso que os consumos dos quadros secundários (QS's) têm nos quadros principais (QP's), aos resultados obtidos no ponto 1, aplica-se a seguinte relação:

$$\text{Peso de QS em QP} = \frac{\text{Consumo de QS}}{\text{Consumo de QP}} \times 100 \% \quad (3.1)$$

3. Medir o impacto dos consumos de AVAC nos quadros principais e secundários

Neste ponto, pretende-se obter o peso que os consumos de AVAC têm, tanto nos QP's como nos QS's. Para tal, tendo registados os valores de energia totais e especificamente de AVAC, aplicar-se-á a seguinte expressão:

$$\text{Peso de AVAC} = \frac{\text{Consumo de AVAC da fração}}{\text{Consumo Total da fração}} \times 100 \% \quad (3.2)$$

4. Obter o consumo de iluminação no piso e em cada fração

Para o cálculo do consumo de iluminação, serão contabilizadas as luminárias assim como identificadas as potências associadas. Posto isto, considerar-se-ão 13 horas de funcionamento das luminárias sendo que, devido ao facto de existirem tempos de funcionamento diferentes, nomeadamente, devido à existência de luminárias automáticas e manuais, aplicar-se-á um fator de utilização de 80%.

Quanto à obtenção do consumo total do piso em cada intervalo de tempo, será utilizada a expressão que se segue para cada grupo de luminárias, sendo que existem cinco grupos:

$$\text{Consumo_Luminárias} = \text{Pot.} \times \text{N}^{\circ} \text{ Lum.} \times \text{Horas. Func} \quad (3.3)$$

Para obter o valor do consumo total, basta somar as cinco expressões anteriores, correspondentes aos grupos de luminárias referidos.

$$\text{CTL} = \text{Consumo 1} + \text{Consumo 2} + \text{Consumo 3} + \text{Consumo 4} + \text{Consumo 5}$$

Aplicando o fator de utilização referido, a expressão anterior é multiplicada por 0,80.

$$\text{CLRD} = \text{CTL} \times 0,80$$

Por fim, dividindo o consumo de iluminação pelo consumo total, obtém-se a percentagem da iluminação (PCI) em relação ao consumo total.

$$\text{PCI} = \frac{\text{Consumo de luminárias total}}{\text{Consumo Total Piso}} \times 100 \% \quad (3.4)$$

Relativamente ao consumo de iluminação em cada fração, serão identificados os limites de cada uma e, dentro desses limites, identificados o número de luminárias e as potências associadas. Com estes dados, aplicar-se-ão expressões similares à 3.3, aplicadas a cada fração.

5. Obter os consumos dos circuitos de tomadas em cada fração

Neste ponto da dissertação pretende-se, em primeiro lugar subtrair o peso dos consumos de AVAC e dos circuitos de iluminação ao consumo total, de forma a perceber o peso dos circuitos de tomadas.

O segundo objetivo do mesmo será identificar, dentro dos equipamentos englobados nos circuitos de tomadas, quais os que mais consomem. Para tal, será efetuada uma contagem dos portáteis e monitores existentes no piso e posteriormente identificadas as potências associadas. A expressão utilizada para cálculo dos consumos é similar à utilizada para cálculo dos consumos das luminárias e este cálculo será efetuado tendo em conta utilizações em pleno funcionamento e em *stand-by* após observação do comportamento dos ocupantes.

As expressões referidas são as apresentadas em seguida.

Para o consumo dos portáteis:

$$\text{CP} = \text{Pot.Max} \times \text{tempo de funcionamento} \times \text{n}^{\circ} \text{ de portáteis} + \text{Pot.Stand-by} \times \text{tempo de funcionamento_stand-by} \times \text{n}^{\circ} \text{ de portáteis}$$

Para o consumo dos monitores:

$$\text{CM} = \text{Pot.Max} \times \text{tempo de funcionamento} \times \text{n}^{\circ} \text{ de monitores} + \text{Pot.stand-by} \times \text{tempo de funcionamento stand-by} \times \text{n}^{\circ} \text{ de monitores}$$

Aplicando o mesmo raciocínio, mas desta feita para obtenção dos consumos fora do período laboral:

Para o consumo dos portáteis:

$$\mathbf{CPSN} = \text{Pot.Stand-by} \times \text{tempo de funcionamento} \times \text{n}^{\circ} \text{ de portáteis} \times 0,4$$

Para o consumo dos monitores:

$$\mathbf{CMSN} = \text{Pot.Stand-by} \times \text{tempo de funcionamento} \times \text{n}^{\circ} \text{ de monitores} \times 0,9$$

Sendo que 0,4 e 0,9 é a percentagem de equipamentos em funcionamento no período em análise.

Por fim, aplicar-se-á um raciocínio análogo mas para o período de almoço.

Para o consumo dos portáteis:

$$\mathbf{CPSA} = \text{Pot.Stand-by} \times \text{tempo de funcionamento} \times \text{n}^{\circ} \text{ de portáteis}$$

Para o consumo dos monitores:

$$\mathbf{CMSA} = \text{Pot.Stand-by} \times \text{tempo de funcionamento} \times \text{n}^{\circ} \text{ de monitores}$$

6. Obter o consumo por posto de trabalho em cada fração

Aqui pretende-se obter o consumo associado a cada posto de trabalho. Para que tal seja possível terá de se obter apriori o número de ocupantes em cada fração assim como o consumo total de cada uma das mesmas em cada período de tempo considerado. Este resultado obtém-se aplicando a expressão 3.5. O numerador varia consoante a fração analisada.

$$\mathbf{CPT} = \frac{\mathbf{CTD}}{\mathbf{N}^{\circ} \text{ de ocupantes}} \quad (3.5)$$

7. Obter o consumo por m² em cada fração;

O consumo por m² será obtido fazendo uma medição da dimensão de cada fração e cruzando essa informação com o consumo associado a cada período de tempo considerado. A relação referida está representada na expressão 3.6, utilizando o consumo associado a cada intervalo de tempo como numerador, sendo que a expressão 3.6 apresenta a título de exemplo o consumo total diário (CTD):

$$\text{CPA} = \frac{\text{CTD}}{\text{Área da fração}} \quad (3.6)$$

Será igualmente efetuado um estudo que permitirá ter uma perceção do peso que o consumo fora das horas laborais (entre as 20 e as 7 horas) tem no consumo total, em cada um dos três períodos de tempo considerados (um dia, um mês e um ano). Para tal, e tendo registados os consumos em cada intervalo de tempo, basta considerar um intervalo de tempo correspondente ao período laboral e outro ao não laboral. Em seguida averiguar a soma dos consumos em cada um e comparar ambos.

Posteriormente, será considerado um intervalo de tempo maior, dez meses. A escolha deste intervalo específico acentou no facto de apenas ter existido a possibilidade de consultar dez faturas de eletricidade. Dentro deste intervalo realizaram-se as seguintes análises:

1. Determinar, dentro de cada ciclo horário, que fração tem mais peso

Neste ponto, e sabendo que cada ciclo horário se faz representar por um intervalo de tempo, analisar-se-á, dentro de cada um dos mesmos, o comportamento energético de cada fração, contrastando posteriormente esses comportamentos.

2. Analisar qual o peso de cada ciclo horário dentro do consumo total de cada fração

De forma semelhante ao ponto anterior, para este caso, irão utilizar-se os consumos de cada fração individualmente e, dentro dos mesmos, avaliar qual o ciclo horário que mais consome. Para tal, basta, utilizando a ferramenta informática *excel*, representar graficamente esta relação.

3. Representar e estudar a evolução dos consumos totais em cada fração ao longo do intervalo referido

O objetivo deste ponto passa por, já tendo registados os valores de consumos de cada fração ao longo do período de dez meses considerado, representar a evolução dos mesmos graficamente construindo assim um perfil de consumos global.

4. Identificar que estação climática tem mais peso nos consumos

Sabendo que meses estão associados a cada estação climática sabe-se, por consequência, quais os consumos efetuados em cada uma delas. Desta forma, somando os consumos dos meses associados a cada estação climática e comparando os mesmos, será possível perceber qual a estação climática terá mais peso no período considerado de dez meses. Esta comparação deverá ser mostrada graficamente.

5. Obter consumos das 4 frações em cada estação climática

Analogamente ao ponto 4 procurar-se-á analisar o peso que cada fração tem em cada estação climática. Para tal, terão de ser identificados os consumos associados ao período de tempo ocupado por cada fração, representando os mesmos graficamente.

Por fim, efetuar-se-á uma análise à técnica solar passiva instalada no edifício, sendo esta um mecanismo de sombreamento mediante persianas automáticas, cuja função principal passa por evitar a incidência direta de radiação solar e a regulação da temperatura no interior do edifício. Nesta fase, identificar-se-á se o funcionamento da mesma é adequado, se não, o que poderia ser alterado e o que a empresa pouparia com tais alterações.

As alterações propostas baseiam-se, em grande parte, num equilíbrio entre a programação por detrás do sistema e o número de luminárias ligadas.

Neste capítulo serão apresentados vários estudos. O primeiro, efetuado para três intervalos de tempo diferentes (um dia, uma semana e um mês), o segundo em função dos dados das faturas elétricas e um terceiro consistindo numa análise à técnica solar passiva presente.

4 Estudo de Caso

Este capítulo resulta da aplicação da metodologia apresentada no capítulo 3 e tem como principal objetivo explicar como e onde otimizar consumos de energia e consequentemente reduzir os valores monetários das faturas de eletricidade. Para tal, foram analisados perfis de consumos em diferentes períodos de tempo, nomeadamente, um dia, uma semana, um mês e dez meses, e ainda os comportamentos e hábitos dos utilizadores. Todo este estudo foi efetuado no piso onde estão as instalações da empresa Schneider Electric.

Tendo acesso a toda a informação necessária, consumos medidos por analisadores de energia, equipamentos utilizados e instalados, número de postos de trabalho, número de horas de funcionamento, entre outros, pretende-se avaliar os valores de consumo por fração e no total do piso e posteriormente perceber em detalhe onde e como é possível poupar energia mantendo os níveis de conforto.

Ainda neste capítulo, irá analisar-se a técnica solar passiva utilizada no edifício tendo como foco a possibilidade de otimizar o aproveitamento de luz natural no piso. Por fim, pretende-se igualmente perceber quanto se iria poupar monetariamente simulando a aplicação das reduções consideradas vantajosas.

4.1 Caracterização das Instalações

De forma a fazer uma abordagem ao caso em estudo é crucial conhecer as instalações e os equipamentos existentes e a funcionalidade dos mesmos.

4.1.1 Caracterização do piso

A Schneider Electric encontra-se sediada em Carnaxide, no piso 3 do edifício 3 do parque Suécia. Este piso, totalmente ocupado pela empresa, está dividido em quatro frações representando cada uma, um dos pontos cardeais Norte, Sul, Este e Oeste. Posteriormente, cada fração é dividida em duas áreas.

De salientar que a Schneider Electric mudou para as instalações atuais em Carnaxide no final do ano de 2013 e, desde então, o funcionamento de alguns sistemas ou equipamentos tem sido bastante irregular, nomeadamente, os sistemas de AVAC.

No piso estão os vários departamentos distribuídos pelas várias frações sendo eles o de marketing, finanças, serviços, comunicação, agência comercial, atendimento ao cliente, recursos humanos e qualidade. Existem ainda a receção, salas de reuniões, salas de formação, outras salas de menores dimensões, centros de cópias e um espaço para exposição de equipamentos e soluções da Schneider Electric chamado *showroom*.

As temperaturas variam de fração para fração devido à sua localização. A projeção de um novo edifício, deve, sempre que possível, ter em consideração a orientação de cada parte do mesmo para o ponto cardinal correto de forma a otimizar os ganhos solares ao longo de cada dia e reduzindo, posteriormente, as necessidades energéticas. A orientação a sul permite que nessa parte do edifício entre a luz solar através de estruturas de vidro durante o Inverno. Quando a fachada está orientada a Norte, a distinção entre o Inverno e o Verão já não é tão acentuada. Quanto à orientação a Este ou Oeste, o que implica raios solares mais intensos requer, de forma a garantir o conforto, técnicas de sombreamento. No edifício em questão está instalado um sistema solar passivo que passa por uma técnica de sombreamento.

Em comum entre cada fração existe o facto de todas terem dois quadros elétricos, um principal e um secundário, sendo que cada quadro principal alimenta um circuito de iluminação, um de tomadas e é responsável pela alimentação de sistemas de AVAC. Apresenta ainda uma derivação para o quadro secundário e este, por sua vez, alimenta novamente os circuitos de iluminação, tomadas e AVAC.

A utilização de cada fração é semelhante tendo em conta a utilização de secretárias, computadores e monitores e ainda o facto de se tratarem de atividades diurnas e sedentárias, mas variando no número de postos de trabalho e no comportamento dos ocupantes.

Na fração 1, na qual está a direção, existem menos postos de trabalho e mais gabinetes, sendo que em contrapartida existe um centro de dados dentro do departamento de informática o que implica consumos mais elevados na mesma. Quanto à fração 2, na qual se encontra o departamento financeiro, o de comunicação, a receção, a copa e o *showroom*, apresenta espaços mais amplos nos quais o movimento de pessoas não é fixo ao longo do dia. Tem ainda um centro de dados para

demonstração de soluções e equipamentos no *showroom*, sendo que este está sempre e erradamente ligado. Quando ligado, traduz-se num pico nos consumos nesse intervalo de tempo. Relativamente à fração 3, da qual fazem parte os departamentos dos Serviços, Qualidade e Agência de Lisboa, apresenta uma distribuição de postos de trabalho maioritariamente constituída por secretárias e é a fração cuja atividade profissional é menos sedentária. O mesmo acontece com a fração 4, constituída pelos departamentos da indústria, do marketing e da média tensão. Tendo em conta a mudança de localização para um edifício já existente e sabendo que o número de pessoas se manteria próximo do anterior, a Schneider Electric não teve a possibilidade de efetuar qualquer dimensionamento do novo espaço em termos de número de ocupantes.

4.1.2 Caracterização dos Sistemas no Piso

De forma a monitorizar e posteriormente controlar toda a instalação, foram instalados equipamentos ou sistemas e criados processos que possibilitam a recolha de grandes quantidades de informação e posteriormente, com o tratamento da mesma, alcançar as mais variadas metas de consumos.

Tendo como base as já referidas dimensões do piso em questão, segue-se a enumeração total e posterior caracterização destes equipamentos. Para tal, será efetuada uma divisão por grupos sendo eles, iluminação, informática e AVAC.

Relativamente ao primeiro grupo, ou seja, iluminação, na tabela 4.1 estão os equipamentos existentes no piso.

Tabela 4.1. Número de luminárias presentes no piso onde foi efetuado o estudo de caso e respetivas potências.

Luminárias presentes no piso					
Tipo de Luminária	Fluorescente c/ balastro eletrónico T5	Luminárias c/ balastro eletrónico T8	Luminárias c/ balastro eletrónico T8	Downlights lâmpada CFL	Downlights lâmpada CFL
Nº de luminárias	720	16	8	112	40
Potência (W)	28	58	36	18	23

O departamento informático tem a função de proteção de dados e o apoio informático aos colaboradores. A lista de equipamentos relacionados com este departamento é composta por:

- *Scanners*;
- Telefones;

- Televisores;
- Impressoras;
- Portáteis (183);
- Monitores (153);
- Servidores e centros de dados;

O número de portáteis representa de grosso modo o número de colaboradores e os televisores estão repartidos entre salas de reunião, receção e *showroom*, tendo a função de exibir apresentações de produtos, dados monitorizados ou ainda para realizar apresentações ou reuniões. No topo do edifício, existem unidades de tratamento de ar novo (UTAN's). Estas empurram o ar que circula no exterior para o interior sendo este aquecido ou arrefecido por baterias.

No próprio piso não existe ainda controlo da qualidade do ar interior (QAI) embora já estejam instalados os equipamentos que possibilitam a monitorização da mesma, como sondas para medição de percentagem de humidade relativa, CO2 e temperatura. O principal objetivo da empresa passa por primeiramente efetuar a monitorização adequada para no futuro tomar as melhores decisões. O controlo é deveras importante uma vez que a maioria das pessoas passa cerca de 95% do tempo em espaços fechados, sendo os postos de trabalho, na sua grande maioria, igualmente fechados. Um dos pontos responsáveis pela boa ou má qualidade do ar passa pelo acompanhamento adequado aos sistemas de AVAC [10]. Já em funcionamento há vários meses encontram-se oito mini *chillers* a água que são constituídos por dois tubos, e que, tornam possível a inversão do ciclo de circulação da água no interior com o auxílio de uma válvula. São também compostos por uma resistência que realiza o aquecimento de água de forma a realizar aquecimento da zona em questão. Estes suportam grandes variações de temperatura.

A cada mini *chiller* estão associados 10 ventilo-convetores, sendo o seu principal foco o conforto dos ocupantes. Estes consistem em emissores térmicos sendo constituídos por um climatizador e um permutador. O climatizador tem a função de obrigar o ar a circular através do permutador. Este, por sua vez, aquece o ar numa primeira fase e em seguida arrefece-o para que o mesmo circule pela área que se pretende climatizar. No piso onde está sediada a Schneider Electric, estes equipamentos encontram-se no teto.

Por fim, enumeram-se outros equipamentos, igualmente consumidores de energia, e que terão peso, mais ou menos significativo, na fatura da eletricidade. Trata-se portanto de:

- Quatro dispensadores de água fria;
- Duas máquinas de refeições;
- Uma máquina de lavar loiça;

- Quatro máquinas de café;
- Dois micro-ondas;
- Impressoras.

4.2 Acesso aos valores medidos pelos analisadores de energia

Pretende-se aqui explicar quais os processos que tornaram possíveis a recolha dos dados medidos pelos analisadores de energia e gestão técnica realizada por parte da solução SmartStruxure.

De salientar que, antes de este projeto ter início, já estavam instalados no local analisadores de energia nos quadros principais e secundários. As grandezas possíveis de medir são corrente, tensão, potência e energia sendo que para o estudo em questão se associaram a cada um dos analisadores de energia referidos, variáveis para receção dos valores medidos (EP), tendo sido este o primeiro passo. Para tal, utilizou-se a *workstation*, sendo que na figura 4.1 se percebem as opções tomadas.

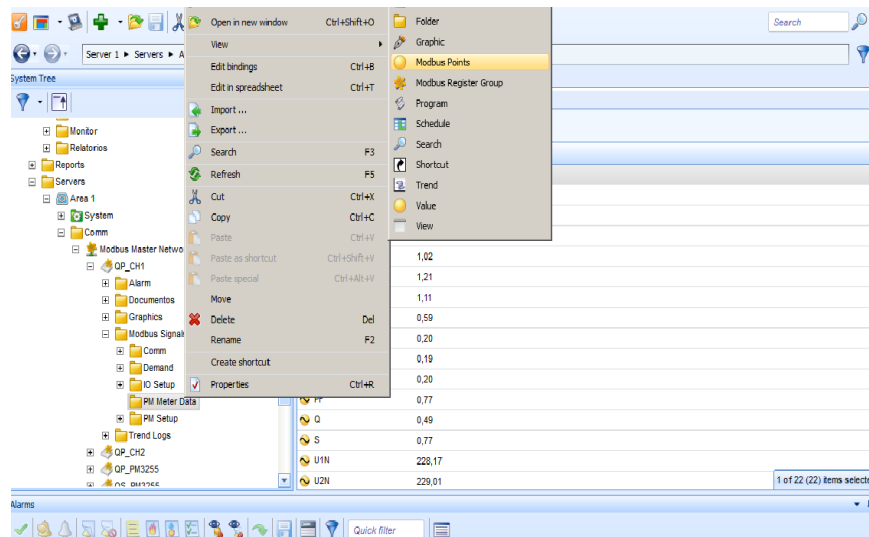


Figura 4.1. Processo que levou à criação da variável de energia EP para cada quadro.

Estas variáveis recebem os valores medidos pelos analisadores de energia, estão criadas nos servidores ou *automation servers* e podem ser parameterizadas como mostra a figura 4.2.

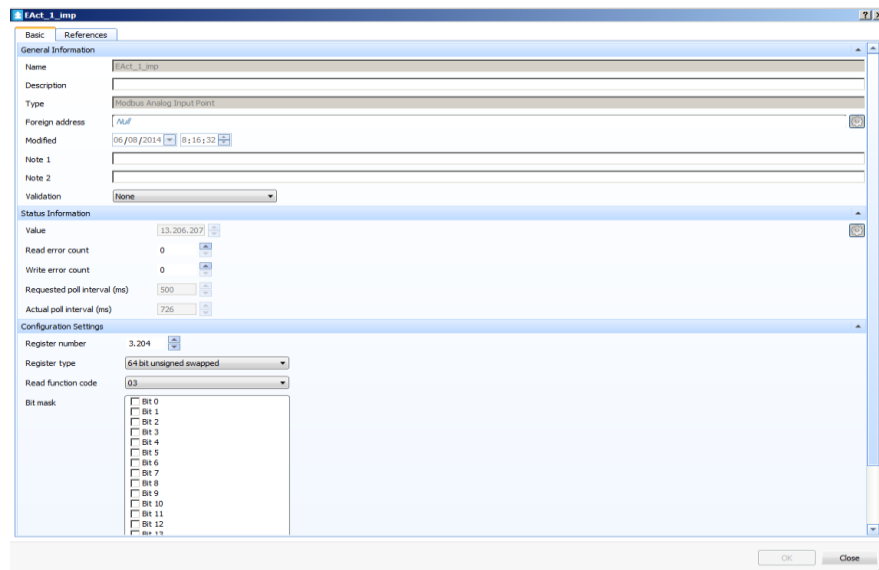


Figura 4.2. Figura demonstrativa das possibilidades de parametrização de uma variável de energia EP.

De forma a ser possível visualizar os valores registados em forma de lista ou gráfico foram criados *logs*, sendo estes registos de informação criados igualmente nos *automation servers*.

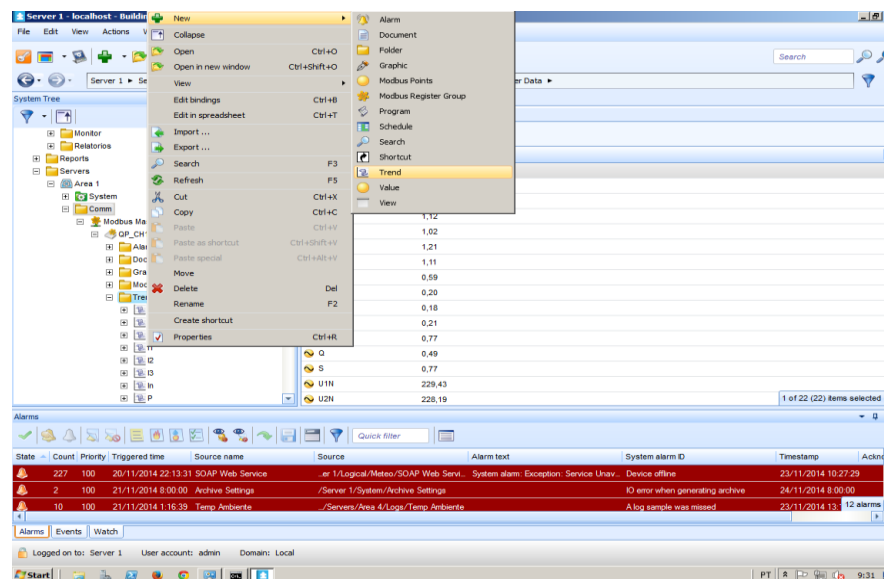


Figura 4.3. Processos que levaram à criação de um *log* para cada quadro.

A figura 4.3 consiste nos passos que se tem de seguir de forma a criar um *log*. Tendo em conta que um *log* não tem a dimensão suficiente para armazenar toda a informação que se pretende recolher, tiveram ainda de ser criados *extended trend logs*, cujo processo de criação está ilustrado na figura 4.4.

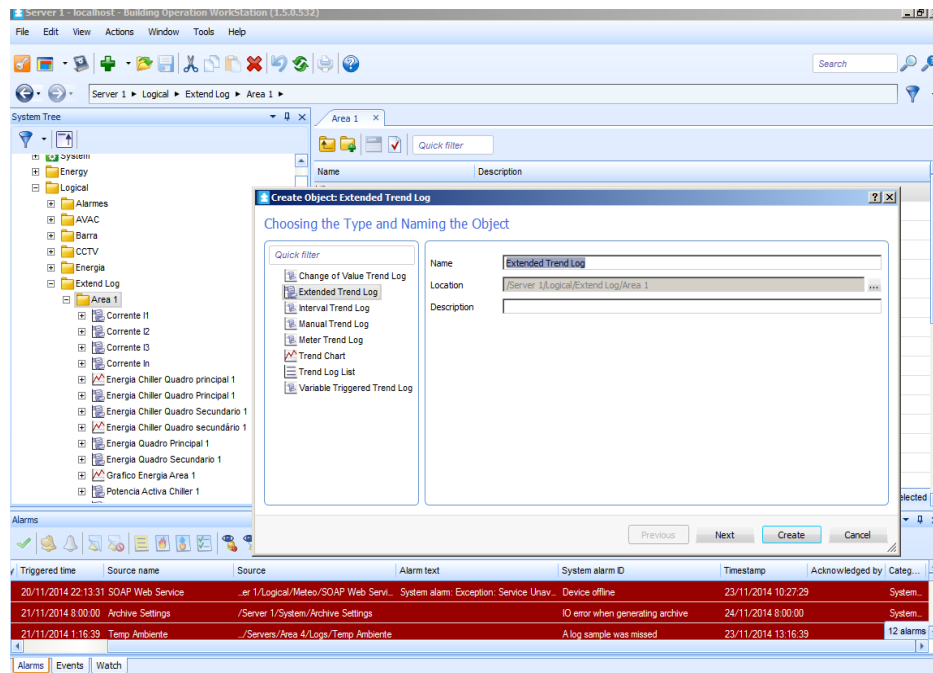


Figura 4.4. Processos que levaram à criação de um *extended trend log* para cada quadro.

Estes, ao contrário dos *logs*, foram criados no *enterprise server* para que, em caso de ocorrência de alguma falha, pelo menos uma semana de registos está em segurança. Estes desempenham exatamente a mesma função que os *logs* mas com a diferença de que conseguem armazenar uma quantidade de informação bastante superior. Desta forma, os *logs* vão buscar informação às variáveis EP e os *extended trend logs*, por sua vez, aos *logs* como se pode perceber pela figura 4.5.

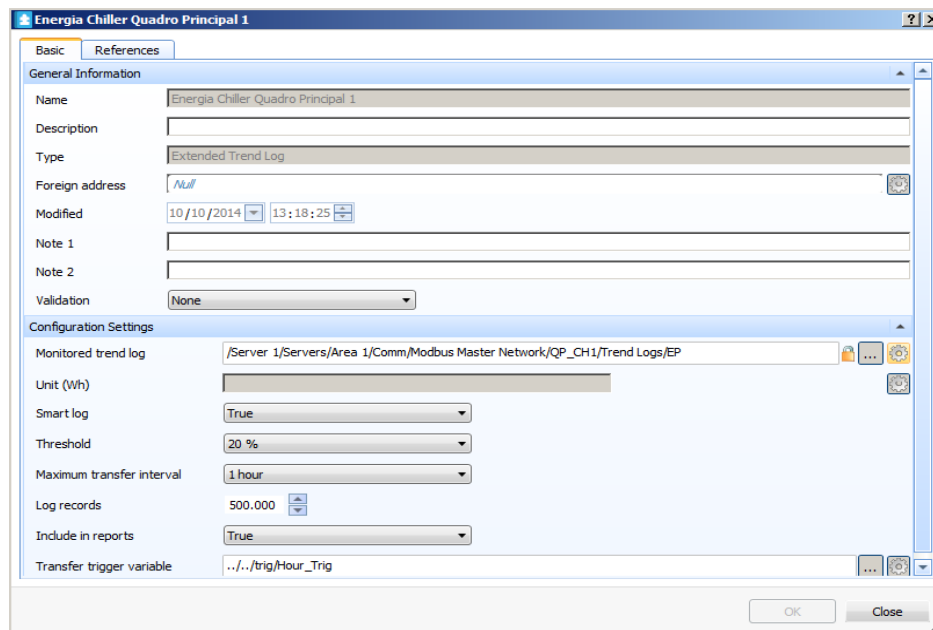


Figura 4.5. Exemplo de endereço ao qual o extended trend log o QP1 vai buscar informação.

Foram também criados *meters*, também nos *automation servers*, sendo que estes vão buscar a informação aos *extended trend logs* e são o único formato que o *web reports* consegue identificar. Por fim, e de forma a forçar a transferência de dados em intervalos de uma hora, foi adicionado um *trigger*.

4.3 Estudo do Comportamento Energético – um dia completo

Neste primeiro ponto será apenas considerado um dia completo, ou seja, 24 horas. Sabe-se que o intervalo de tempo considerado é curto o que pode implicar conclusões com algum erro associado pois cada dia é diferente dos que o antecedem e sucedem e os comportamentos e registos no mesmo podem divergir, ou não, bastante da média. Nesta secção do capítulo Estudo de Caso, pretende-se perceber se os valores obtidos para um dia completo se afastam bastante, ou não, dos valores obtidos em intervalos de tempo maiores. De salientar que o intervalo de tempo de um dia foi escolhido ao acaso dentro das datas possíveis para o estudo em questão uma vez que apenas a partir desta data ficaram disponíveis e registados de forma correta os valores medidos pelos analisadores de energia. O facto de Agosto ser, tipicamente, um mês de férias não implica que a amostragem não seja representativa uma vez que os consumos de iluminação são constantes ao longo do período e a utilização dos sistemas de AVAC foram, em oposição, bastante irregulares no mesmo período. O conjuntos destes dois grupos de consumo têm um peso bastante assentado no total. Os estudos e análises efetuados neste capítulo seguiram a metodologia apresentada no capítulo 3.

1. Consumos dos quadros principais em cada fração e consequente relação entre as frações

De forma a conseguir ter-se uma perceção de quanto é o consumo em cada fração e como foi referido no ponto 1 do capítulo 3, efetuou-se uma soma dos consumos nos vários intervalos de uma hora medidos e a média aritmética dos mesmos, podendo estes ser observados nas tabelas 4.2 e 4.3.

Tabela 4.2. Consumos registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014.

	Consumos totais registados nos QP's			
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
05/08/2014	290.941 Wh	219.801 Wh	250.185 Wh	284.106 Wh

Tabela 4.3. Média de consumos registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014.

	Consumos médios por hora registados nos QP's			
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
05/08/2014	12.649 Wh	9.556 Wh	10.877 Wh	12.352 Wh

Na tabela 4.3, estão expostos os consumos médios em cada fração por hora. Através destas abordagens, e tendo em consideração que foram analisadas apenas vinte e quatro horas, é possível identificar, desde já, que o maior consumo se situou nas frações 1 e 4, sendo que o menor é na fração dois. A fração 1 no *SmartStruxure* corresponde na realidade à fração 2, na qual pesa o consumo do *data center* do *showroom* e dos equipamentos da copa que permanecem sempre ligados. Verificou-se que as frações identificadas no *SmartStruxure* não estavam de acordo com a realidade, ou seja, a cada fração do mesmo (à esquerda), está associada a fração correta (à direita):

Fração 1 → Fração 3
Fração 2 → Fração 2
Fração 3 → Fração 1
Fração 4 → Fração 4

Sempre que se referir, neste capítulo, a designação da fração, deve ter tida em conta a anterior associação.

Uma vez mais de salientar que, tendo em conta que apenas se está a analisar um dia, o erro em questão pode ser bastante considerável, podendo existir picos de consumo justificáveis mas esporádicos. No gráfico 4.1, é possível observar a evolução do consumo em cada um dos quadros principais e a existência de um pico de consumo na fração 1. Estas situações, como anteriormente dito, não devem acontecer regularmente o que justifica uma análise a um intervalo de tempo maior.

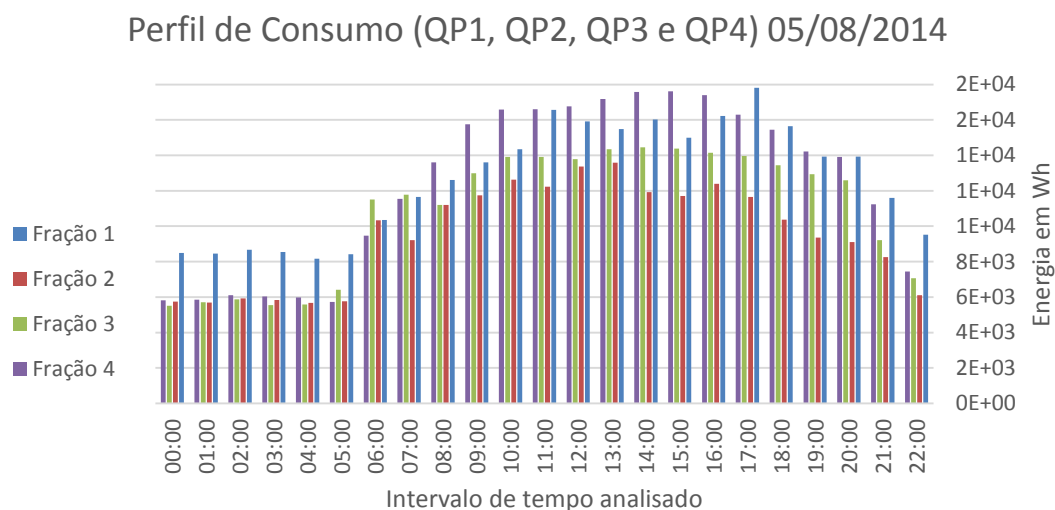


Gráfico 4.1. Evolução dos consumos energéticos totais de cada uma das quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.

A visualização gráfica vai de encontro às médias apresentadas na tabela 4.3, ou seja, olhando para a fração 1, pode perceber-se que devido ao facto de ter a evolução de consumos estável e em vários momentos mais alta, representa a área que mais consumiu no dia escolhido para análise. A fração 4 é, a par da 1 a que mais consumiu embora a evolução seja totalmente diferente. Nesta é possível perceber que as horas de mais movimento, entre as 8 e as 20 representam de forma destacada o grosso do consumo diário.

Relativamente à fração 3, pode observar-se que a evolução dos consumos segue o caminho da fração 4 embora os valores sejam mais reduzidos. Por fim, a fração que menos impacto teve no consumo total do piso é a 2.

Tal como explicado anteriormente, cada fração é posteriormente dividida em duas áreas sendo que cada área tem igualmente uma estação de medida.

Perfil de Consumo (QS1, QS2, QS3 e QS4)
05/08/2014

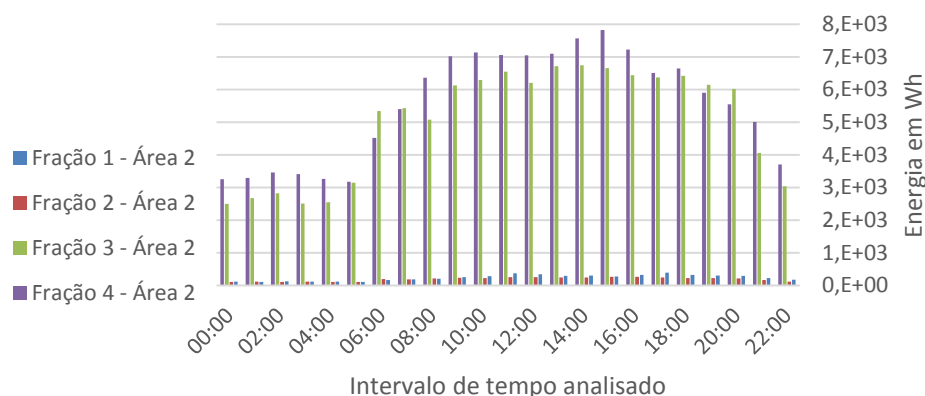


Gráfico 4.2. Evolução dos consumos energéticos de cada um dos quadros secundários de todas as quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.

No gráfico 4.2 encontra-se a representação gráfica da evolução dos consumos dos QS's de cada fração, ou seja, da área dois de cada fração, e é possível perceber que existem duas frações, cujas áreas secundárias apresentaram consumos bastante mais elevados, sendo estas a 3 e a 4. Aplicando novamente o raciocínio explicado no ponto 1 do capítulo 3, obtêm-se o total e a média de consumos em cada fração no dia em estudo.

Tabela 4.4. Total e média de consumos registados nos quadros secundários no dia 5 de Agosto de 2014.

	Consumos no dia em estudo em cada fração (QS) 05/08/2014			
	Fração 1 – Área 2	Fração 2 – Área 2	Fração 3 – Área 2	Fração 4 – Área 2
Total	5392 Wh	4437 Wh	115881 Wh	127470 Wh
Média	234 Wh	193 Wh	5038 Wh	5542 Wh

Observando os valores da tabela 4.4, é possível validar as discrepâncias gráficas observadas entre os consumos dos QS's das frações 3 e 4 e os das frações 1 e 2. Isto parte da forma como a estrutura interna de cada quadro foi definida e projetada e a utilização que o mesmo está a ter.

2. Peso dos consumos dos quadros secundários nos principais

De forma a perceber o peso que o consumo de cada QS tem em cada QP, na tabela 5 encontram-se os consumos totais no dia em estudo.

Tabela 4.5. Total dos consumos registados nos quadros principais e secundários no dia 5 de Agosto de 2014.

	Total de consumos no dia em estudo em cada fração			
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
QP	290.941 Wh	219.801 Wh	250.185 Wh	284.106 Wh
QS	5.392 Wh	4.437 Wh	115.881 Wh	127.470 Wh

Com estes valores, é possível quantificar o impacto dos quadros secundários em cada quadro principal aplicando a expressão 3.1 representada no capítulo 3.

Na tabela 4.6, encontram-se as percentagens que resulta da aplicação da expressão.

Tabela 4.6. Impacto dos consumos registados dos quadros secundários nos principais dia 5 de Agosto de 2014.

	Impacto dos consumos do QS's nos QP's no dia em estudo em cada fração			
	QS1/QP1	QS2/QP2	QS3/QP3	QS4/QP4
05/08/2014	2%	2%	46%	45%

Nas frações 1 e 2, o peso dos QS's nos QP's é quase nulo, representando estes cerca de 2% do mesmo.

Relativamente às frações 3 e 4, a percentagem de consumo do QS no total de consumo é bastante mais considerável do que nas duas primeiras frações, representando quase metade do consumo total, 46% e 45% respetivamente.

Esta diferença deve-se, como dito anteriormente, ao modo como cada fração foi dimensionada em termos de quadros elétricos e à própria utilização das mesmas.

3. Consumo de AVAC nos quadros principais

Sabe-se que o consumo que cada quadro elétrico tem a seu cargo é a alimentação dos sistemas de AVAC, de iluminação e os circuitos de tomadas.

De forma a isolar as variáveis que contribuem para o consumo total em cada fração, começa-se por analisar os consumos de AVAC e posteriormente perceber o peso que os mesmos têm no consumo total de cada quadro.

Em primeiro lugar têm-se os totais e as médias dos consumos de AVAC em cada um dos quadros principais para posteriormente se verificar se equivale à evolução demonstrada graficamente.

Tabela 4.7. Total e média de consumos de AVAC registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014.

	Total e Média dos consumos de AVAC no dia em estudo (QP) 05/08/2014			
	AVAC QP 1	AVAC QP 2	AVAC QP 3	AVAC QP 4
Totais	39.107 Wh	0 Wh	49.472 Wh	73.044 Wh
Média	1.700 Wh	0 Wh	2.150 Wh	3.175 Wh

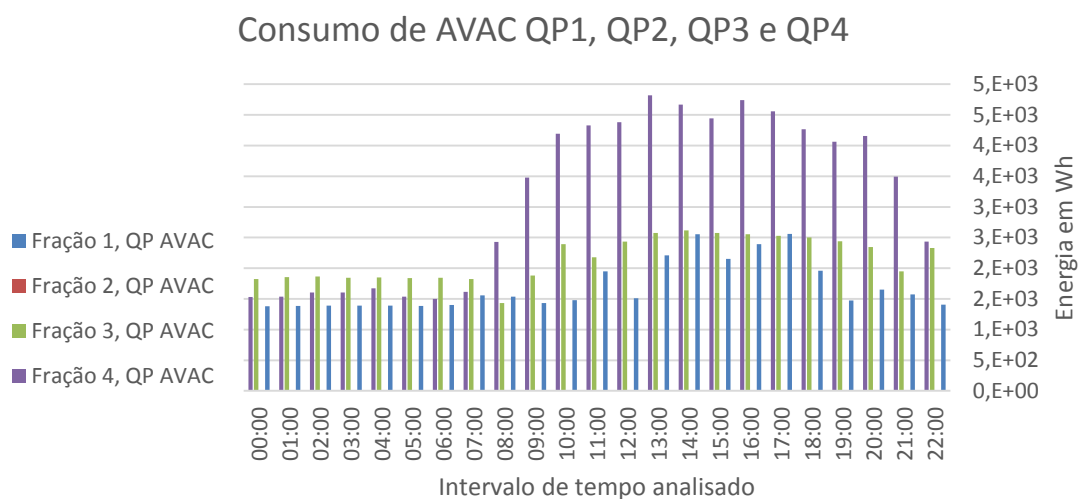


Gráfico 4.3. Evolução dos consumos de AVAC de cada um dos quadros principais de todas as quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.

Analisando o gráfico 4.3, observa-se que tal como os valores da tabela 4.7 indicam, a fração com maior consumo de AVAC do quadro principal é a 4 sendo que o *chiller* da fração 2 está desligado devido a avaria, logo, não são apresentados quaisquer valores de consumo para o mesmo.

Na tabela 4.8 apresenta-se o resultado da aplicação da expressão 3.2 do capítulo 3.

Tabela 4.8. Peso dos consumos de AVAC registados nos quadros principais no dia 5 de Agosto de 2014.

	Peso dos consumos de AVAC no total do consumo no dia em estudo (QP)			
	AVAC (QP 1)	AVAC (QP 2)	AVAC (QP 3)	AVAC (QP 4)
05/08/2014	13%	0%	20%	26%

No gráfico 4.4, irá ser possível observar-se a evolução dos consumos de AVAC nos quadros secundários de cada fração. Não foi possível determinar o peso que os consumos de AVAC têm nos QS's uma vez que, sabendo que todos os valores registados são acumulados e que se começaram a registar os consumos de AVAC antes dos consumos dos QS's, os primeiros são mais elevados que os segundos não sendo possível, por esse motivo, aplicar a expressão 3.1 do capítulo 3.

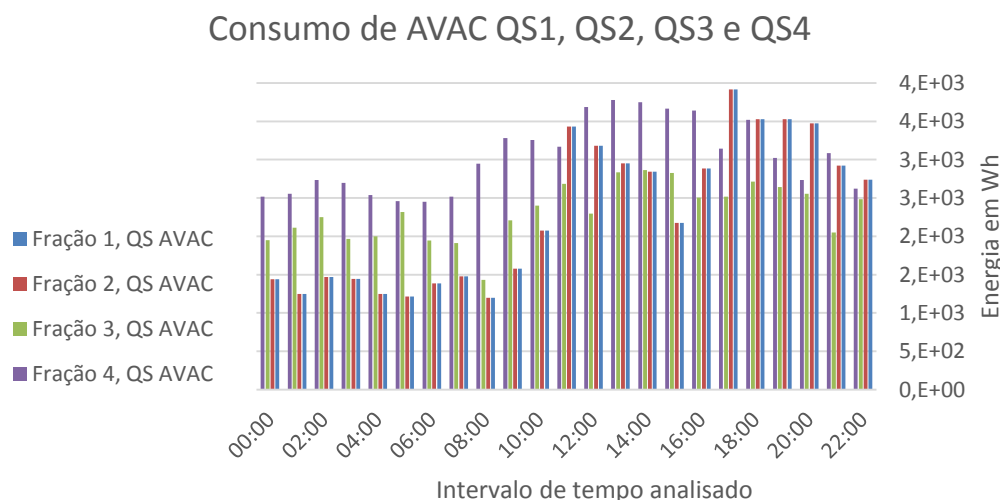


Gráfico 4.4. Evolução dos consumos de AVAC de cada um dos quadros secundários de todas as quatro frações ao longo do dia 5 de Agosto de 2014.

No gráfico 4.4 é possível perceber que a área que, em média, mais consumiu AVAC foi a 2 da fração 4, mesmo nas horas de menos movimento conseguiu destacar-se das restantes. A área 2 da fração 1 teve um consumo relativamente irregular, disparando nas horas de mais movimento, sendo a que menos consumiu nas de menos movimento. Por fim, as áreas 2 das frações 2 e 3 foram as mais regulares ao longo do dia.

Uma vez tendo a perceção da percentagem de consumo que o AVAC tem em cada um dos QP's, sabe-se que o restante consumo será a iluminação e os circuitos de tomadas.

4. Consumo de iluminação no piso e em cada fração

Sabendo que a iluminação representa cerca de 14% do consumo de eletricidade na Europa [11] e que a União Europeia tem como objetivo a redução de 20% no uso de energia até 2020 [12], considerou-se importante ter uma ideia geral do peso da mesma no consumo total no piso e nas quatro frações.

No piso em questão, tal como referido no ponto 4 do capítulo 3, existem dois tipos de iluminação, a manual e a automática. Começando pela iluminação manual, como o próprio nome indica, as luminárias são ligadas e desligadas manualmente, ou seja, estão totalmente ligadas, utilizando a sua potência máxima, durante o período considerado de trabalho e totalmente desligadas fora do mesmo. Quanto à iluminação automática, toda ela dominada por controladores e através de sensores de presença ligando apenas quando detetam movimento. Mais ainda, estão programadas de forma a ajustarem-se à luminosidade e desta forma ser possível poupar cerca de 30% de energia em média. No máximo, estas vão até cerca de 70% da sua potência máxima, garantindo os níveis de luminosidade adequados no plano de trabalho.

No piso em questão existem os equipamentos de iluminação enumerados na tabela 4.1.

Com estes dados tornou-se possível obter o consumo total no piso no dia em estudo aplicando a expressão 3.3 do capítulo 3 a cada grupo de luminárias.

$$\text{Consumo 1} = 28 \text{ W} \times 720 \times 13 \Leftrightarrow \text{Consumo 1} = 262.080 \text{ Wh}$$

$$\text{Consumo 2} = 58 \text{ W} \times 16 \times 13 \Leftrightarrow \text{Consumo 2} = 12.064 \text{ Wh}$$

$$\text{Consumo 3} = 36 \text{ W} \times 8 \times 13 \Leftrightarrow \text{Consumo 3} = 3.744 \text{ Wh}$$

$$\text{Consumo 4} = 18 \text{ W} \times 112 \times 13 \Leftrightarrow \text{Consumo 4} = 26.208 \text{ Wh}$$

$$\text{Consumo 5} = 23 \text{ W} \times 40 \times 13 \Leftrightarrow \text{Consumo 5} = 11.960 \text{ Wh}$$

Sendo que o total de consumos é:

$$\text{CTL} = 262.080 + 12.064 + 3.744 + 26.208 + 11.960 \Leftrightarrow \text{CTL} = 316.056 \text{ Wh}$$

Aplicou-se o fator de utilização das luminárias de 0,80, referido na metodologia, no período considerado isto é, a iluminação das salas de reunião, formação e nas casas de banho funcionam consideravelmente menos tempo que as restantes, desta forma uma aproximação mais real ao consumo no dia em estudo será:

$$\text{CLRD} = 316056 \times 0,80 \Leftrightarrow \text{CLRD} = 252845 \text{ Wh}$$

Utilizando os valores da tabela 4.2, tem-se que a soma dos valores que representa o consumo total no piso é:

$$\text{CTP} = 290.941 + 219.801 + 25.0185 + 284.106 \Leftrightarrow \text{CTP} = 1.045.033 \text{ Wh}$$

A percentagem da iluminação no total (PCI) no consumo total é obtida por aplicação da expressão 3.4 na metodologia.

$$\text{PCI} = \frac{252.845}{1.045.033} \times 100\% \Leftrightarrow \text{PCI} = 24,19\%$$

Desta feita, conclui-se que a iluminação representou 24,19% do consumo total do piso. Novamente de salientar que nesta fase, apenas se está a considerar um dia. Para a obtenção deste resultado, considerou-se a iluminação totalmente desligada fora do período considerado tendo em conta que as poucas luminárias que permanecem ligadas neste período representam um consumo residual para o estudo em questão.

A tabela 4.9 consiste num resumo onde, para além dos equipamentos de iluminação existentes, estão também os consumos individuais e o consumo total do piso.

Tabela 4.9. Tabela resumo do consumo de iluminação no piso durante o dia em estudo.

	Fluorescente c/ balastro eletrónico T5	Luminárias c/ balastro eletrónico T8	Luminárias c/ balastro eletrónico T8	Downlights lâmpada CFL	Downlights lâmpada CFL
Nº de equip.	720	16	8	112	40
Horas de func.	13	13	13	13	13
Potência (W)	28	58	36	18	23
Consumo ind. (Wh)	262.080	12.064	3.744	26.208	11.960
Consumo Tot. (Wh)	1.045.033				

Após ter uma ideia do peso da iluminação no total de consumos realizados no dia em questão, parte-se em seguida para uma análise mais detalhada, ou seja, irá analisar-se o peso da iluminação no consumo total de cada fração do piso.

Para que tal fosse possível, efetuou-se uma contagem das diferentes luminárias presentes em cada fração para posteriormente se obter o consumo das mesmas. Todas elas são constituídas por balastro eletrónico o que representa uma melhoria de rendimento na ordem dos 25% e facilita, caso no futuro se pretenda, a aplicação de controlo das luminárias [13]. Para este estudo foram novamente consideradas 13 horas de funcionamento, ou seja, simulou-se todas as luminárias desligadas fora do período laboral. Para além disso consideraram-se ainda 8 horas de funcionamento diário para a copa e 4 para o *showroom*.

Na tabela 4.10, podem observar-se as contagens das luminárias por tipo e as respetivas potências, utilizadas para o cálculo dos consumos em cada fração.

Tabela 4.10. Contagem das luminárias e respetivas potências em cada fração do piso.

	Tubulares	Potência Tub. (W)	Circulares	Potência Circ. (W)	Showroom (W)	Copa (W)
Fração 1	112	28	18	18	720	480
Fração 2	122	28	26	18		
Fração 3	190	28	30	18		
Fração 4	262	28	36	18		

Utiliza-se novamente a expressão 3.4 para cálculos dos consumos de iluminação em cada fração:

$$\text{Consumo Lum. 1} = (112 \times 28 \text{ W} \times 13) + (18 \times 18 \text{ W} \times 13) \Leftrightarrow \text{Consumo Lum. 1} = 44.980 \text{ Wh}$$

$$\text{Consumo Lum. 2} = (122 \times 28 \text{ W} \times 13) + (26 \times 18 \text{ W} \times 13) + (720 \text{ W} \times 4) + (480 \text{ W} \times 8) \Leftrightarrow \text{Consumo Lum. 2} = 57.212 \text{ Wh}$$

$$\text{Consumo Lum. 3} = (192 \times 28 \text{ W} \times 13) + (30 \times 18 \text{ W} \times 13) \Leftrightarrow \text{Consumo Lum. 3} = 76.908 \text{ Wh}$$

$$\text{Consumo Lum. 4} = (264 \times 28 \text{ W} \times 13) + (36 \times 18 \text{ W} \times 13) \Leftrightarrow \text{Consumo Lum. 4} = 104.520 \text{ Wh}$$

Posto isto, basta em seguida dividir os consumos de iluminação de cada fração pelo consumo total associado, ou seja, aplicar a expressão 3.4 individualmente a cada fração. Os resultados são apresentados na tabela 4.11.

Tabela 4.11. Peso da iluminação em cada fração do piso.

Peso da Iluminação em cada fração em percentagem	
Fração 1	15,46 %
Fração 2	26,03 %
Fração 3	30,74 %
Fração 4	36,79 %

5. Peso do consumo dos circuitos de tomadas no total de cada fração

Tendo em conta que já se analisou o peso que a iluminação representa no total do consumo durante um dia completo, pode obter-se o consumo dos circuitos e tomadas.

Sabendo que o total do consumo dos quadros elétricos em questão se baseia em AVAC, iluminação e circuitos de tomadas, basta para isso subtrair ao consumo total de cada fração, os consumos de AVAC e iluminação de forma a obter-se os consumos dos circuitos de tomadas.

Tabela 4.12. Consumo dos circuitos de tomadas em cada fração no dia 5 de Agosto de 2014.

Peso dos circuitos de tomadas no consumo total de cada fração				
05/08/2014	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
	71,54 %	73,97 %	49,26 %	37,21 %

Uma vez obtidas as percentagens de AVAC e de forma a perceber, dentro do consumo dos circuitos de tomadas, quais as cargas que mais peso têm, fez-se uma contagem dos portáteis e monitores. De realçar que não se distinguiram modelos, pois a diferença de consumos não é considerável, uma vez que os modelos existentes têm características muito semelhantes.

Portáteis → 183

Monitores → 153

Considerando as potências máximas dos portáteis de 30 W e a dos monitores de 50 W, basta multiplicar o número de equipamentos pela potência e pelo tempo de utilização estudado, raciocínio análogo aos consumos de iluminação.

De acordo com alguns estudos, o consumo dos equipamentos em questão em *stand-by* é bastante mais reduzido, representado cerca de 10% do consumo em pleno funcionamento [fonte: <http://www.planetazul.pt/edicoes1/planetazul/desenvArtigo.aspx?c=2249&a=15718&r=37>]. Ainda assim, a única forma de não apresentar consumo passa por desligar os equipamentos da tomada.

Potência utilizada dos equipamentos em pleno funcionamento e em *stand-by*:

Tabela 4.13. Potência máxima dos monitores e portáteis presentes em pleno funcionamento e em *stand-by*.

	Pleno funcionamento	<i>stand-by</i>
Portátil	30 W	3 W
Monitor	50 W	5 W

Desta forma, e sabendo que para além dos consumos dos portáteis e monitores utilizados, existe ainda o consumo de outros periféricos como carregadores de dispositivos móveis, *docking-stations*, telefones entre outros, irá perceber-se que peso têm os mesmos no total dos circuitos de tomadas.

Na tabela 4.14 estão dispostos os valores de consumos destes dispositivos para um dia, em pleno funcionamento e em *stand-by*.

Desta forma, através de uma contagem fornecida pelo departamento de informática, e sabendo que a média de potência máxima dos portáteis e monitores utilizados pelos colaboradores da Schneider, obteve-se uma estimativa para consumo dos mesmos durante o período de trabalho.

Tabela 4.14. Consumos de portáteis e monitores em pleno consumo e em *stand-by* à hora de almoço no dia em estudo.

	Pleno funcionamento em Wh		Consumo em <i>stand-by</i> (wh)	
	Portáteis	Monitores	Portáteis	Monitores
Fração 1	6.825	11.375	75	125
Fração 2	4.914	8.190	54	90
Fração 3	19.929	32.705	219	365
Fração 4	15.834	28.062	174	290

Foram calculados os consumos em pleno funcionamento dos portáteis e monitores no piso, bem como, considerados os mesmos em *stand-by*, fora do horário laboral, utilizando as expressões anunciadas no ponto 5 (Obter os consumos dos circuitos de tomadas em cada fração) do capítulo 3, para que fosse possível perceber o peso destes nos circuitos de tomadas.

$$\mathbf{CP} = 30 \text{ W} \times 10 \times 183 + 3 \text{ W} \times 1 \times 183 + 3 \text{ W} \times 12 \times 183 \Leftrightarrow \mathbf{CP} = 56.547 \text{ Wh}$$

$$\mathbf{CM} = 50 \text{ W} \times 10 \times 153 + 5 \text{ W} \times 1 \times 153 + 5 \text{ W} \times 12 \times 153 \Leftrightarrow \mathbf{CM} = 78.795 \text{ Wh}$$

Fora do horário laboral,

$$\mathbf{CPSN} = 3 \times 12 \times 183 \times 0,4 \Leftrightarrow \mathbf{CPS} = 2.635 \text{ Wh}$$

$$\mathbf{CMSN} = 5 \times 12 \times 153 \times 0,9 \Leftrightarrow \mathbf{CPS} = 8.263 \text{ Wh}$$

e à hora de almoço,

$$\mathbf{CPSA} = 3 \times 1 \times 183 \Leftrightarrow \mathbf{CPSA} = 549 \text{ Wh}$$

$$\mathbf{CMSA} = 5 \times 1 \times 153 \Leftrightarrow \mathbf{CMSA} = 766 \text{ Wh}$$

Assim foi possível inferir que apenas os portáteis e monitores têm um peso de 24% no consumo total dos circuitos de tomadas, ou seja, no dia em questão isto representou 141128 Wh. Uma vez obtido um valor menor do que o esperado, percebeu-se que durante a noite existem outros equipamentos que permanecem igualmente ligados ou em *stand-by*, tendo considerável peso no consumo total dos circuitos de tomadas. Este equipamentos podem ser *docking-stations*, telefones, *scanners* e impressoras, representando também eles um consumo elevado.

6. Consumo por ocupante em cada fração

Um dos dados considerados mais importantes nesta dissertação, passa por perceber quanto é o consumo, em média, associado a cada um dos postos de trabalho.

Os consumos de cada fração utilizados são os da tabela 4.1 e o número de postos de trabalho de cada fração é:

- Fração 1 - 25 postos de trabalho
- Fração 2 - 18 postos de trabalho
- Fração 3 - 73 postos de trabalho
- Fração 4 - 58 postos de trabalho

Desta forma, aplicando a expressão 3.4, obtêm-se os valores representados na tabela 4.15.

Tabela 4.15. Consumo por posto de trabalho em cada fração registados no dia 5 de Agosto de 2014.

	Consumo médio por posto de trabalho (Wh/posto de trabalho) no dia em estudo			
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
05/08/2014	11.638	12.211	3.424	4.898

Desta forma consegue perceber-se que a ordem crescente dos consumos é: fração 3, fração 4, fração 1 e fração 2. Existem dois grupos de consumo sendo o primeiro as frações 1 e 2 que apresentam o consumo mais alto por posto de trabalho e as frações 3 e 4 apresentam o valor mais baixo de forma destacada. Para clarificar, estes valores representam o que se consumiu por posto de trabalho durante as 24 horas do dia em análise. A fração 2 surge com o rácio mais elevado uma vez que esta foi a fração que mais consumiu no dia em estudo.

7. Consumo por m² em cada fração

Outro indicador igualmente considerado importante, passa por perceber o consumo por m² em cada fração. Para tal, mediram-se as frações utilizando a ferramenta informática AutoCad e a respetiva planta do piso, sabendo que a área do mesmo é 2763 m².

As áreas individuais obtidas foram as que se encontram na tabela 4.16.

Tabela 4.16. Área de cada fração em m².

Área de cada fração em m ²			
Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
485	485	664	664

Como se pode observar pelos valores apresentados, as áreas das frações são iguais duas a duas, ou seja, a área da fração 1 é igual à da fração 2 e a da 3 igual à da fração 4, sendo as duas últimas as maiores.

Posto isto, irá então aplicar-se a expressão 3.6 da metodologia, utilizando os consumos diários representados na tabela 4.1 e as áreas da tabela 4.16.

Tabela 4.17. Consumo por m² em cada fração.

Consumo por m ² em cada fração em W/m ²			
Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
25	19	16	19

De forma a perceber o posicionamento dos valores da tabela 4.17, efetuou-se uma comparação entre os mesmos e os apresentados no Decreto-lei 79 para escritórios, ou seja, 10W/m² [14]. Foi então possível perceber que os valores medidos se encontram bastante acima do considerado admissível pelo mesmo.

4.3.1 Identificação do Problema e Sugestões

Esta secção encontra-se subdividida em 3 sub-secções sendo elas AVAC, iluminação e circuitos de tomadas. Em cada uma delas serão identificados problemas ou valores menos favoráveis e sugeridas formas de reduzir os mesmos.

De forma a ser possível quantificar monetariamente as poupanças de consumos simuladas, arbitrou-se que o valor pago pela Schneider Electric pelo kWh seria 0,15 €, valor este que se aproxima do valor médio praticado em baixa tensão especial. Embora o valor arbitrado não seja o correto, permite fazer as simulações pretendidas e ter uma noção próxima da realidade.

4.3.1.a AVAC

Um sistema de AVAC deve garantir o conforto dos ocupantes em simultâneo com a eficiência energética esperada. Uma falha nestes sistemas pode levar a um aumento do consumo de energia bem como a redução do tempo de vida dos equipamentos.

Durante a análise dos consumos noturnos, ou seja, fora do horário de trabalho, verificou-se que a percentagem destes era bastante elevada. Os valores referidos são possíveis de observar na tabela 18 da secção 4.4.

Associado a estas percentagens de consumo está o facto de os *chillers* permanecerem ligados durante 24 horas. O motivo pelo qual tal acontece deve-se ao tempo que estes equipamentos demoram a arrancar. Caso apenas se ligassem no início de um dia de trabalho, demorariam tempo suficiente a ligar para que nessa fase o ar estivesse carregado e as temperaturas não fossem as mais

adequadas. Para além dos *chillers*, uma parte considerável dos portáteis, monitores bem como outros equipamentos informáticos permanecem em *stand-by* no mesmo período.

Sugestão

Se, hipoteticamente, houvesse a possibilidade de desligar os *chillers* fora do horário laboral, as poupanças seriam as apresentadas na tabela 4.18.

Tabela 4.18. Registo de poupanças de consumos noturnos e custos reduzidos associados aos *chillers* desligados fora do horário laboral.

Consumos noturnos e custos associados dos chillers (QP)				
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Consumo Wh	21374	0	21374	22684
Custo €	3,21	0,00	3,21	3,40

Olhando como um todo, num só dia poupar-se-iam 9,81 € apenas olhando para os sistemas de AVAC, sendo que estes não representam o total do consumo noturno.

4.3.1.b Iluminação

Segundo outros estudos, em edifícios de escritórios o consumo de energia elétrica relativo à iluminação pode chegar a pesar cerca de 50% do consumo total de energia [15].

As percentagens que representam o peso que a iluminação tem em cada fração estão apresentadas na tabela 4.9 da secção 4.3 no ponto 4, juntamente com a percentagem da mesma no piso. Tanto no piso como individualmente em cada fração, o peso representado pela iluminação no consumo não chegou perto dos 50% o que não quer dizer que os valores não possam ser reduzidos.

Verificou-se, ao longo de cerca de seis meses, sem uma periodicidade regular, ou seja, observando regulamente a qualidade e quantidade de luminosidade natural, que a primeira fila de luminárias de 18W que ficam mais próximas das janelas do edifício não é indispensável para o conforto visual em grande parte do tempo.

Sugestão

Considera-se interessante a possibilidade de poder vir a controlar essa fila juntamente com os gabinetes através de controladores e sensores de luminosidade de forma a garantir a luminosidade suficiente e adequada no plano de trabalho aumentando a eficiência energética.

Foram contadas as luminárias que se encontram nessa situação e arbitrou-se que, ao serem controladas automaticamente, o seu tempo de utilização seria perto de seis horas diárias. A não utilização desta fila de luminárias, pelo menos em fases do ano nas quais a luminosidade natural o permitisse, representaria uma poupança diária de 1026 Wh. Para além das horas consideradas de funcionamento, arbitrou-se ainda que as luminárias apenas utilizariam, no máximo, 70% da potência.

Poderiam ainda ser utilizadas luminárias LED na totalidade do piso, uma vez que estas podem representar uma redução até 80% relativamente às outras tecnologias [16].

4.3.1.c Circuitos de Tomadas

Sabe-se que o tipo de ocupação e das variações climáticas são dois dos fatores que maior impacto têm nos consumos em edifícios de escritórios. É importante salientar que a utilização de portáteis em vez de computadores de secretária poderá representar vantagens bastante consideráveis tais como poupanças entre 50 a 80% do consumo de energia principalmente quando comparados a computadores de secretária jmais antigos. Outra grande vantagem, e talvez a maior, passa pela utilização de bateria, o que garante a continuidade de serviço em caso de falha elétrica [17].

Segundo um estudo efetuado pela Energy Star³, a escolha de monitores LCD⁴, pode representar uma economia de consumo entre os 50 e os 70% quando comparados com os monitores CRT⁵ [18]

Sugestão

Como foi identificado na seção 4.4 deste capítulo, os portáteis e monitores representaram 24% do consumo dos circuitos de tomadas totais, considerando todos inativos fora do período laboral, valor este que fica fora da média mais comum para este tipo de equipamentos [19].

É importante saber que a grande maioria dos utilizadores deixa os portáteis e monitores ligados ou em *stand-by* durante a hora de almoço e arbitrou-se, com base na observação das instalações em horário noturno, que cerca de 40% no caso dos portáteis e 90% para os monitores, faz o mesmo fora da hora laboral.

Uma vez identificados, na tabela 4.11, os pesos dos consumos totais dos circuitos de tomadas em cada fração, sugere-se que todos os utilizadores desliguem os portáteis durante a hora de almoço e fora do horário laboral.

Assim, na tabela 4.19, encontram-se as poupanças associadas a esta ação.

Tabela 4.19. Valores de Poupanças de consumo e redução de custos quando desligados os portáteis e monitores nas horas de almoço e fora da hora laboral.

Poupanças com portáteis e monitores desligados					
		Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Almoço (Wh)	Portáteis	75	54	219	174
	Monitores	125	90	365	290
Noturno (Wh)	Portáteis	360	259	1051	835
	Monitores	1350	972	3942	3132
Almoço (€)	Portáteis	0,01	0,01	0,03	0,03
	Monitores	0,02	0,01	0,05	0,04
Noturno (€)	Portáteis	0,05	0,04	0,16	0,13
	Monitores	0,20	0,15	0,59	0,47

Somando os custos associados à redução de consumo, chegou-se a uma poupança de 1,99 € por dia completo. Este valor pode parecer reduzido mas quando aplicado a períodos maiores poderá vir a ser bastante relevante.

4.3.2 Estudo do Comportamento Energético num dia de trabalho – Diferença entre consumo no horário laboral e o consumo noturno

Neste ponto da dissertação, irá perceber-se que diferenças existem nos consumos entre um dia de trabalho (considerou-se das 8 às 20 horas) e um dia completo. Desta forma será possível observar que percentagem ocupam as horas de maior e menor movimento no consumo total de um dia.

Aplicando a comparação entre os consumos de cada período, como referido na metodologia, obtêm-se os valores da tabela 4.20.

³ Agência de proteção ambiental americana que se voluntaria a ajudar gestores de negócios a melhorar a eficiência energética.

⁴ Ecrã de cristais líquidos.

⁵ Com tubo de raios catódicos.

Tabela 4.20. Consumo de um dia de trabalho e do horário noturno relativamente ao consumo total em cada fração no dia 5 de Agosto de 2014.

	Percentagem de consumo total num dia de trabalho e no horário noturno em 24 horas (05/08/2014)			
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Horário diurno	68,73%	68,82%	70,35%	73,52%
Horário noturno	32,27%	31,18%	29,65%	26,48%

Pode, através da tabela 4.20, considera-se a percentagem de consumo durante o horário noturno acima do esperado. Novamente, é de referir que se realizaram observações noturnas de forma a perceber o motivo de consumos noturnos tão elevados. Observadas as várias frações, auferiu-se que os *chillers* permanecem ligados 24 horas por dia e arbitrou-se que 40% dos portáteis e 90% dos monitores ficam em *stand-by*, perto de 100% da *docking-stations* também, todos os telefones e algumas luminárias, nomeadamente, perto dos acessos.

4.3.2.a Identificação dos Problemas e sugestões

Para um dia (intervalo observado) pode verificar-se que as percentagens de consumo fora do horário laboral foram bastante elevadas, representando em média 30% do consumo total. Uma das causas e talvez a que mais impacto tem neste tipo de consumos neste período é o facto de os *chillers* permanecerem ligados durante 24 horas. Nas secções 4.3 e 4.3.1 foram efetuados os cálculos de forma a perceber quanto se gasta, neste período, não apenas em termos de consumo mas também monetariamente. O mesmo foi efetuado nas secções 4.5 e 4.6 embora se saiba que para intervalos de tempo maiores (uma semana e um mês) existe uma aproximação mais correta da realidade.

4.4 Estudo do Comportamento Energético - uma semana (cinco dias úteis)

Após análise detalhada sobre o comportamento energético dos quadros elétricos num dia completo e percebendo o peso que o consumo noturno representa no total diário de consumo aplicar-se-á raciocínio análogo, desta feita para uma semana, ou seja, sete dias completos, representando cinco dias úteis.

Optou-se por apresentar um quadro resumo com todas as relações e valores obtidos.

Pretende-se, em primeiro lugar, perceber se existe ou não uma discrepância entre o primeiro estudo e o que irá ser efetuado em seguida, ou se os consumos são constantes e se comportam de forma semelhante, independentemente do intervalo de tempo.

Tabela 4.21. Resumo de todos os valores e relações realizadas nesta secção do capítulo (Consumos QP, Consumos QS, Consumos Noturnos, Peso de QS e QP, Peso de AVAC em QP, Consumo de Iluminação, Consumo dos circuitos de Tomadas, Consumo por m² e por Posto de Trabalho).

Quadro resumo da secção 4.5 - Estudo para um período de uma semana (de 6 a 12 Agosto de 2014)				
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Consumos QP (Wh)	1.977.298	1.535.924	1.677.231	1.726.211
Consumos QS (Wh)	36.147	30.151	790.832	806.140
Consum. Norurno (%)	38,47	35,89	32,46	32,90
QS/QP (%)	2	2	47	47
AVAC em QP (%)	14	0	24	27
Iluminação (%)	15,92	26,07	32,10	42,38
Circ. Tomadas (%)	69,81	73,93	43,80	29,80
Conum. por m ² (Wh/ m ²)	24,24	18,83	15,02	15,45
Consumo/ Posto de Trabalho (Wh/nº. Postos de Trab)	79.092	85.329	22.976	61.650

Posto isto, apresentam-se no gráfico 4.5 as evoluções dos consumos totais em cada dia e em cada quadro principal e secundário.

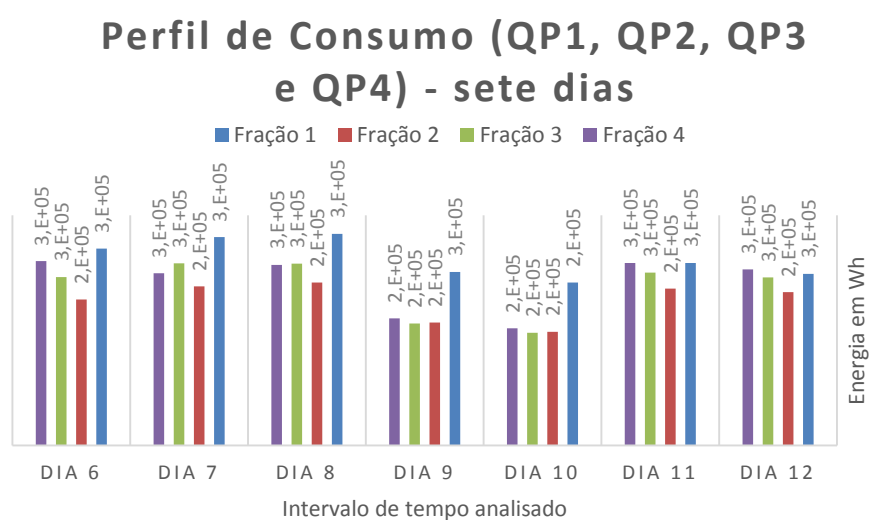


Gráfico 4.5. Evolução dos consumos dos quadros principais de todas as quatro frações ao longo de uma semana.

Analisando-se a tabela 4.21 percebe-se que existe uma discrepância acentuada entre os consumos das frações 1 e 2 e as frações 3 e 4 no que aos quadros secundários diz respeito. O mesmo se pode observar graficamente, no gráfico 4.6.

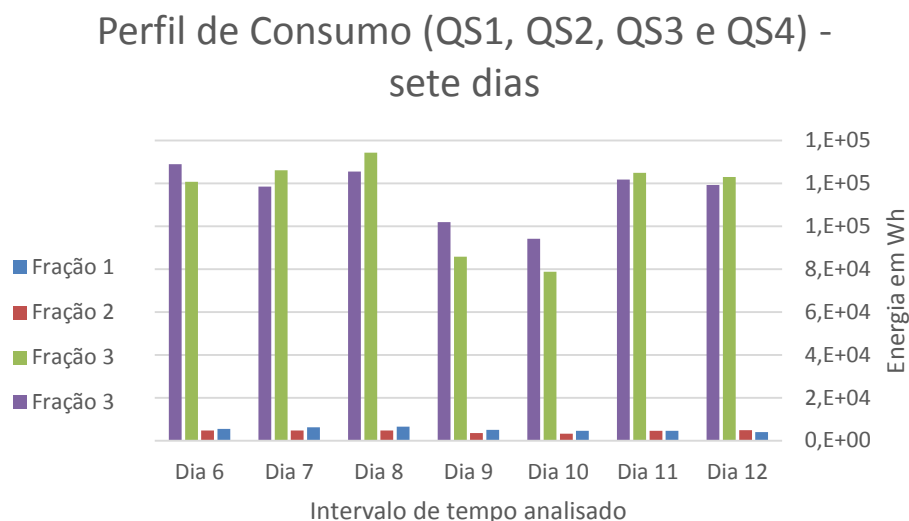


Gráfico 4.6. Evolução dos consumos dos quadros secundários de todas as quatro frações ao longo de uma semana.

Para este intervalo de tempo continuam a ser elevados os consumos efetuados após as horas de trabalho. O que mais pesa nestes consumos são os sistemas de AVAC, tendo em conta que os *chillers* ficam ligados durante o horário noturno. No caso particular da fração 2, apesar da avaria no *chiller* respetivo, o consumo proveniente dos equipamentos utilizados na copa e do *data center* do *showroom* traduz-se num consumo elevado nesta fração. Fora do horário laboral, uma vez que todos estes equipamentos permanecem ligados, o consumo é também bastante considerável.

As diferenças nos dados analisados nesta secção relativamente ao estudo efetuado na secção 4.3 não são consideráveis, o que se traduz numa evolução constante.

Na secção 4.6, será efetuada uma análise de um mês sendo que desta forma já se conseguirá realizar um estudo mais próximo da realidade.

4.4.1 Identificação dos problemas e sugestões

Esta secção terá a mesma estrutura, embora de forma mais resumida, que a secção 4.4.1. uma vez mais devido ao facto de a única diferença entre ambas ser o intervalo de tempo analisado.

4.4.1.a AVAC

Para este intervalo de tempo, o peso dos consumos fora do período laboral estão representados na tabela 4.18 da secção 4.4.

Grande parte desta percentagem resume-se, novamente, ao facto de os *chillers* ficarem ligados durante a noite com exceção da fração 2.

Sugestão

De forma a reduzir de forma acentuada os consumos efetuou-se novamente o cenário aplicado na secção 4.3.1, ou seja, simulou-se os *chillers* desligados fora do período laboral de forma a ver, para este período, quanto se pouparia em consumo e na fatura da eletricidade. Para a fração 2 mantiveram-se os consumos por o *chiller* associado está avariado.

Tabela 4.22. Registo de poupanças de consumos noturnos e custos reduzidos associados aos *chillers* desligados fora do horário laboral durante um mês.

Consumos noturnos dos <i>chillers</i> e custos associados				
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Consumo Wh	129114	0	174512	181497
Custo €	19,37	0,00	26,18	27,22

O consumo dos *chillers* efetuado fora do horário laboral representa cerca de 72,77 € por semana.

4.4.1.b Iluminação

Aplicando o mesmo raciocínio na secção 4.3.1, mas desta feita, para um intervalo de tempo de uma semana a poupança de energia aplicando controlo à primeira fila de luminárias mencionadas, traduzir-se-ia em menos 0,77 € na fatura da eletricidade.

Como referido anteriormente, novamente de salientar a possibilidade de substituição das luminárias na sua totalidade por luminárias com tecnologia LED.

4.4.1.c Circuitos de Tomadas

Um dos problemas identificados ao longo dos últimos meses foi o facto de grande parte dos utilizadores deixarem os portáteis e monitores ligados durante a hora de almoço e alguns deixarem os equipamentos em *stand-by* ou mesmo ligados fora do período laboral.

Sugestão

Para um intervalo de tempo de uma semana, os portáteis e monitores consumiram cerca de 18% do consumo total dos circuitos de tomadas.

Assim, na tabela 4.23, encontram-se as poupanças sugeridas na secção associadas a este intervalo de tempo.

Tabela 4.23. Valores de Poupanças de consumo e redução de custos quando desligados os portáteis e monitores nas horas de almoço e fora da hora laboral durante uma semana.

Poupanças com portáteis e monitores desligados					
		Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Almoço (Wh)	Portáteis	375	270	1095	870
	Monitores	625	450	1825	1450
Noturno (Wh)	Portáteis	1950	1404	5694	3828
	Monitores	7312	5265	21352	16965
Almoço (€)	Portáteis	0,06	0,04	0,16	0,13
	Monitores	0,09	0,07	0,27	0,22
Noturno (€)	Portáteis	0,29	0,21	0,85	0,57
	Monitores	1,10	0,79	3,20	2,54

Somando os custos associados à redução de consumo, chegou-se a uma poupança de 10,75 € numa semana, considerando cinco dias úteis.

4.5 Estudo do Comportamento Energético - um mês

Após análise detalhada sobre o comportamento energético dos quadros elétricos num dia completo e numa semana de trabalho, procede-se de forma análoga desta vez para um mês. De forma a não repetir as tabelas da secção 4.3, optou-se por apresentar um quadro resumo com todas as relações e valores obtidos.

Pretende-se, em primeiro lugar, perceber se existe ou não uma discrepância entre os primeiros estudos e o que irá ser efetuado em seguida, ou se os consumos são constantes e se comportam da forma estudada anteriormente.

Tabela 4.24. Resumo de todos os valores e relações realizadas nesta secção do capítulo (Consumos QP, Consumos QS, Consumos Noturnos, Peso de QS e QP, Peso de AVAC em QP, Consumo de Iluminação, Consumo dos circuitos de Tomadas, Consumo por m² e por Posto de Trabalho).

Quadro resumo da secção - Estudo para um período de um mês (de 9 Agosto a 9 de Setembro de 2014)				
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Consumos QP (Wh)	8.584.372	6.800.463	7.670.558	13.369.493
Consumos QS (Wh)	147.041	98.426	3.538.651	2.820.646
Consum. Noturno (%)	41,50	40,12	35,91	50,42
QS/QP (%)	2	1	46	21
AVAC em QP (%)	17	0	22	18
Iluminação (%)	15,72	25,24	30,08	23,45
Circ. Tomadas (%)	67,28	74,76	49,92	58,55
Conum. por m2 (W/ m2°)	24,55	19,45	16,02	27,93
Consumo/ Posto de Trabalho (Wh/nº. Postos de Trab)	343.375	377.803	105.076	230.509

Esta análise, contemplando um intervalo de tempo maior que as duas anteriores, secções 4.3 e 4.4, poderá representar uma aproximação mais representativa. Esta análise apresenta-se ilustrada no gráfico 4.7.

Perfil de Consumo (QP1, QP2, QP3 e QP4) - um mês

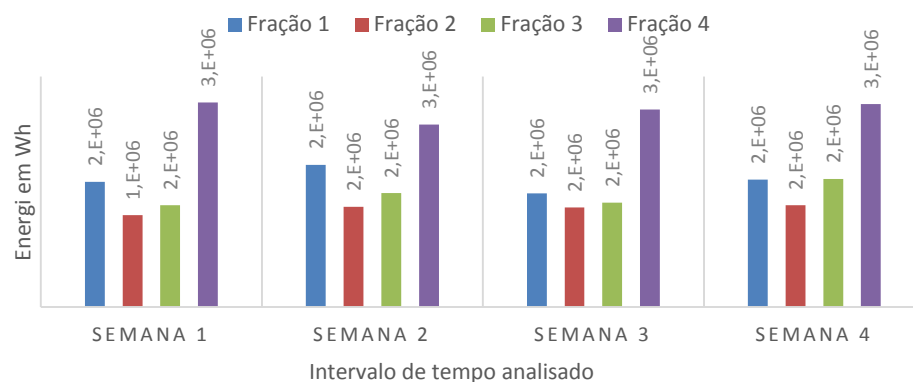


Gráfico 4.7. Evolução dos consumos dos quadros principais de todas as quatro frações ao longo do um mês.

Analisando-se o gráfico 4.7 percebe-se que, para o intervalo de tempo escolhido, as frações que representaram consumos maiores foram a fração 1 e 4.

4.5.1 Identificação final dos problemas, comparação entre o estudo efetuado nos três intervalos de tempo considerados e sugestões

4.5.1.a AVAC

Para este intervalo de tempo, os valores de consumos fora do período laboral foram os apresentados na tabela 4.25.

Tal como referido em 4.3.1 e 4.5.1, a estes elevados consumos noturnos pensa-se estar associado, maioritariamente, o facto de os *chillers* permanecerem ligados durante 24 horas.

Sugestão

Sugere-se novamente desligar os *chillers* fora do período laboral de forma a ver, para este período, quanto se pouparia em consumo e na fatura da eletricidade.

Tabela 4.25. Registo de poupanças de consumos noturnos e custos reduzidos associados aos *chillers* desligados fora do horário laboral durante uma semana.

Consumos noturnos e custos associados				
	Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Consumo (kWh)	705.693	0	765.868	1.028.977
Custo €	105,85	0,00	114,88	154,35

O consumo efetuado pelos *chillers* fora do horário laboral representou cerca de 375,08 € no mês analisado. Mesmo sabendo que o sistema de AVAC da fração 2 não se encontra a funcionar, fazendo uma estimativa poupar-se-ia 4.500,97 € num ano, se os consumos de AVAC fossem constantes ao longo do mesmo.

4.5.1.b Iluminação

Tal como referido nas secções 4.3.1 e 4.5.1, uma forma que se considera viável para redução de consumos de iluminação passa por controlar de forma automática a fila de luminárias de 18 W que fica mais próxima das janelas do edifício.

Aplicando, novamente, o mesmo raciocínio, mas desta feita para um intervalo de tempo maior, obteve-se que a poupança monetária mensal seria 4,63 €.

Reitera-se aqui a ideia de poder vir a controlar a fila ou as duas filas mais próximas das janelas através dos balastros eletrónicos e utilizando sensores de luminosidade. Novamente, de referir a possibilidade de substituição das luminárias na sua totalidade por luminárias com tecnologia LED.

4.5.1.c Circuitos de Tomadas

Mais uma vez, um dos problemas identificados ao longo dos últimos meses foi o facto de grande parte dos utilizadores deixar os portáteis e monitores ligados durante a hora de almoço e alguns deixarem os equipamentos em *stand-by* durante todo o período não laboral.

Sugestão

Se na secção 4.5.1 deste capítulo, os portáteis e monitores representaram 18% do consumo total dos circuitos de tomadas, os mesmos representaram 16% desse consumo.

Assim, na tabela 4.24, encontram-se as poupanças sugeridas na secção associadas a este intervalo de tempo.

Tabela 4.26. Valores de Poupanças de consumo e redução de custos quando desligados os portáteis e monitores nas horas de almoço e fora da hora laboral durante uma semana.

Poupanças com portáteis e monitores desligados					
		Fração 1	Fração 2	Fração 3	Fração 4
Almoço (Wh)	Portáteis	1650	1188	4818	3828
	Monitores	2750	1980	8030	6380
Noturno (Wh)	Portáteis	8580	2527	25053	16843
	Monitores	32175	1188	4818	3828
Almoço (€)	Portáteis	1,29	0,38	3,76	2,53
	Monitores	4,83	3,47	14,09	11,20
Noturno (€)	Portáteis	0,25	0,18	0,72	0,57
	Monitores	0,41	0,30	1,20	0,96

Somando os custos associados à redução de consumo, chegou-se a uma poupança mensal de 46,13 € considerando 22 dias úteis.

4.6 Estudo do Comportamento Energético - de Outubro de 2013 a Agosto de 2014

Nesta secção, utilizou-se uma abordagem completamente diferente. Efetuou-se uma análise das faturas da eletricidade da EDP de forma a perceber que consumos foram efetuados por ciclo horário em cada fração, e o peso de cada fração em cada ciclo horário. Será ainda identificado graficamente o perfil de consumo de cada fração ao longo dos meses analisados.

Optou-se por esta metodologia tendo em conta a escassez de dados provenientes das estações de medida.

A tarifa do contrato em questão é a de BTE. Nesta, não existem escalões de potência, ou seja, pode ser contratada qualquer potência desde que acima dos 41,4 kW.

Em BTE, a energia reativa está sujeita a ser faturada. A mesma é indutiva nos períodos de cheias e pontas e capacitiva nos períodos de vazio normal e Super vazio.

Na figura 4.6 estão apresentados os ciclos horários que constituem os regimes de contrato BTE e BTN.

Tabela 4.27. Ciclos horários do regime BTE
[<http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CiclodiariofornecBTEBTNpt.aspx>].

Ciclo diário para BTE e BTN em Portugal continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta	09h-10h30m	Ponta	10h30m-13h
	18h-20h30m		19h30m-21h
Cheias	08h-09h	Cheias	08h-10h30m
	10h30m-18h		13h-19h30m
	20h30m-22h		21h-22h
Vazio Normal	06h-08h	Vazio Normal	06h-08h
	22h-02h		22h-02h
Super Vazio	02h-06h	Super Vazio	02h-06h

Assim sendo, os objetivos principais deste ponto são:

1. Determinar, dentro de cada ciclo horário, que fração tem mais peso;
2. Analisar qual o peso de cada ciclo horário dentro do consumo total de cada fração;
3. Demonstrar e estudar a evolução dos consumos totais em cada fração ao longo intervalo referido;
4. Identificar que estação climática tem mais peso nos consumos;
5. Consumos das 4 frações em cada estação climática;

Na tabela 4.28, são identificados a soma dos consumos em cada fração nos meses considerados.

Tabela 4.28. Soma dos consumos de cada fração em cada ciclo horário entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.

	Consumo de cada fração em cada ciclo horário ao longo de dez meses em kWh			
	Vazio Normal	Super Vazio	Ponta	Cheia
Fração 1	11718	6062	13209	33377
Fração 2	17144	10387	15449	39073
Fração 3	8811	4600	10490	26565
Fração 4	10845	5950	11016	29032

1. Peso das frações dentro dos ciclos horários

Da tabela 4.28 resulta a seguinte análise.

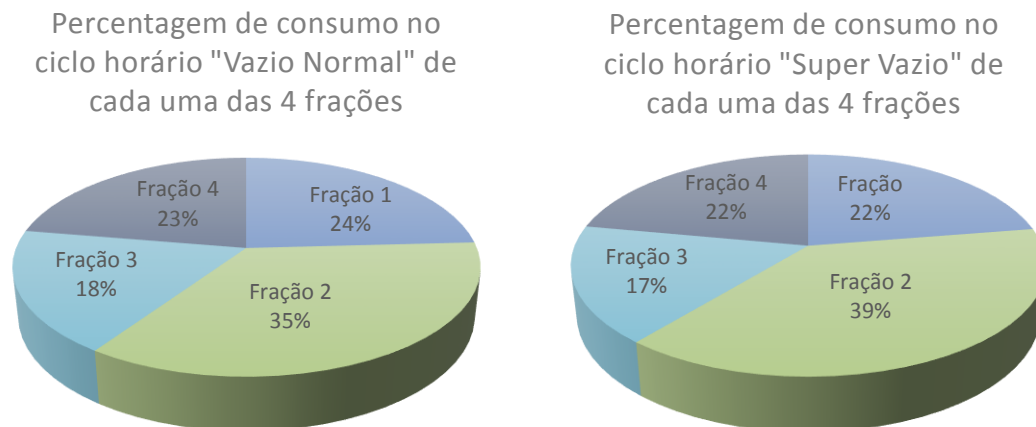


Gráfico 4.8. Percentagem de consumo de cada uma das 4 frações nos ciclos horários “Vazio Normal” e “Super Vazio” respetivamente entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.

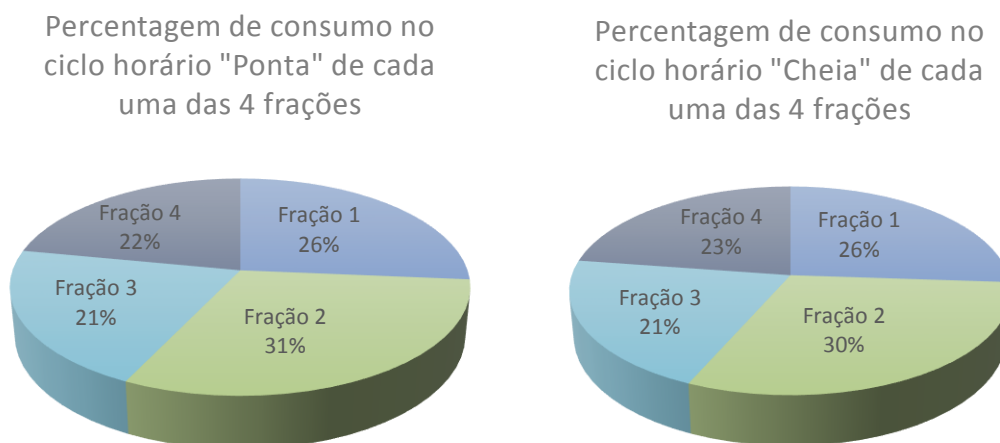


Gráfico 4.9. Percentagem de consumo de cada uma das 4 frações nos ciclos horários “Ponta” e “Cheia” respetivamente entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.

Com a observação dos gráficos anteriores é possível perceber que, independentemente do ciclo horário em análise, a fração que mais eletricidade consome é a 2.

A razão da mesma ter o consumo mais elevado está associada ao consumo dos equipamentos presentes e a ser utilizados na copa.

2. Peso de cada ciclo horário dentro do consumo da fração

Em seguida, e como referido nos objetivos desta secção da dissertação, irá ser efetuada uma análise individual a cada fração, de forma a perceber que peso tem o consumo que cada ciclo horário tem no consumo total de cada fração.

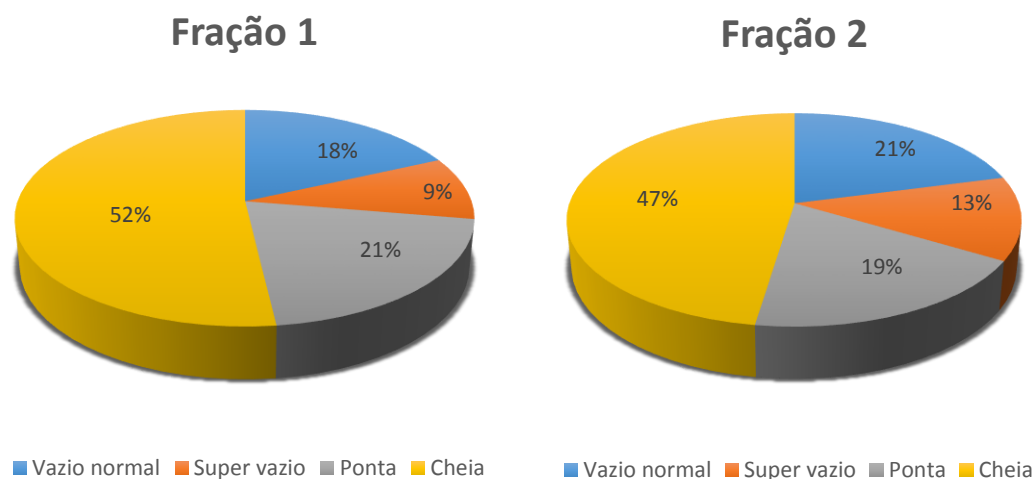


Gráfico 4.10. Percentagem de consumo que cada fração tem em cada um dos ciclos horários face ao consumo total das mesmas entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014 (Frações 1 e 2 respetivamente).

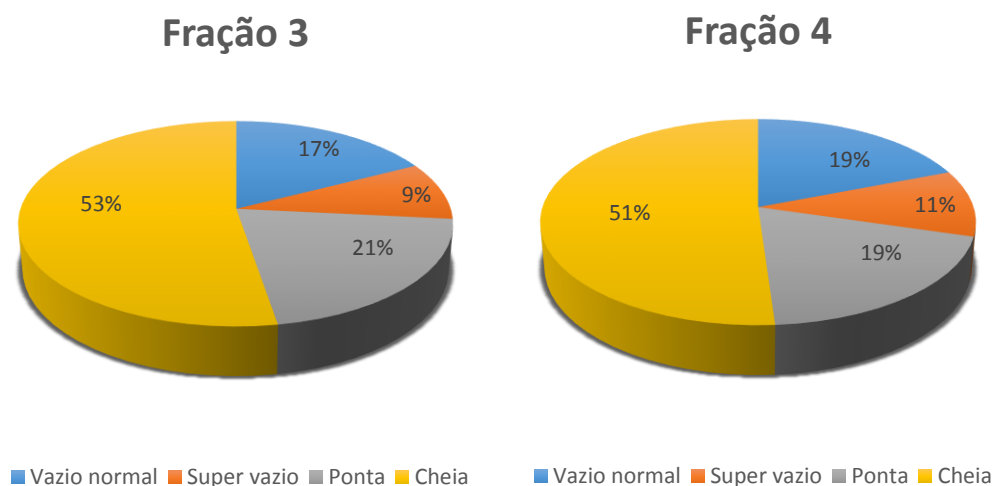


Gráfico 4.11. Percentagem de consumo que cada fração tem em cada um dos ciclos horários face ao consumo total das mesmas entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014 (Frações 3 e 4 respetivamente).

É possível observar que, independentemente da fração em questão, o ciclo horário no qual ocorrem os maiores consumos é o de cheia. Tal é justificado pelo facto de o intervalo de tempo abrangido pelo mesmo ser superior aos restantes e englobar, quase na totalidade o período laboral.

3. Perfil de consumos de cada fração no período de tempo considerado

De forma a ser possível contrastar a evolução dos consumos de cada fração obtendo assim um perfil de consumos, juntaram-se, no mesmo gráfico, os consumos de cada fração, em cada mês no período que se tem vindo a analisar nesta secção.

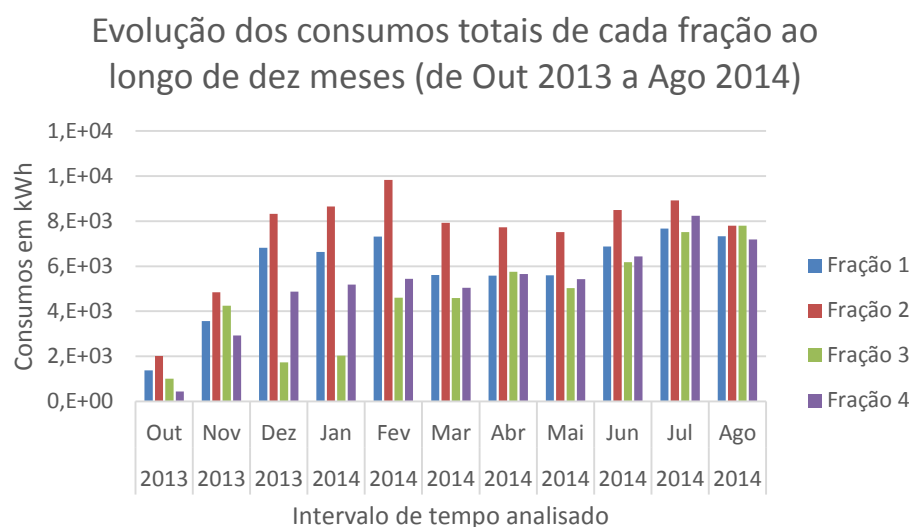


Gráfico 4.12. Consumo total de cada fração entre Outubro de 2013 e Agosto de 2014.

Mais uma vez se consegue observar que a fração 2, na qual estão inseridos a copa e o showroom, é a que mais consome em qualquer dos meses analisados.

A fração 3 foi a que menos consumiu neste período.

Também importante é salientar que os meses de Outubro e Novembro afastam-se bastante da média de consumos observada, isto devido ao facto de terem sido os primeiros meses após a mudança de instalações efetuada pela Schneider, sendo que nesta fase os sistemas e equipamentos de AVAC não estavam a funcionar corretamente.

4. Consumos das 4 frações em cada estação climática

Tendo em consideração as diferenças climáticas que ocorrem em Portugal ao longo do ano, optou-se por estudar a diferença entre os consumos delas.

Sabe-se que a Primavera começa a 21 de Março e termina a 21 de Junho, precisamente onde começa o Verão sendo que este último termina a 22 ou 23 de Setembro. Em seguida começa o Outono no dia em que o Verão termina e este tem o seu fim, dando lugar ao Inverno, a 21 ou 22 de Dezembro. Por fim, o Inverno faz novamente a ligação com a Primavera fechando o ciclo de 4 estações.

Desta forma, irá perceber-se que percentagem tem o consumo em cada trimestre em cada fração, relativamente ao total de consumos.

Os meses abrangidos por cada estação climática são:

- Inverno – Janeiro, Fevereiro e Março;
- Primavera – Abril, Maio e Junho;
- Verão – Julho, Agosto e Setembro;
- Outono – Outubro, Novembro e Dezembro;

Têm-se na tabela 4.29 os consumos em cada fração.

Tabela 4.29. Consumo de cada fração em cada estação do ano em kWh.

	Consumo de cada fração em cada estação climática em kWh			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Fração 1	19552	18055	14997	11762
Fração 2	26409	23733	16719	15192
Fração 3	11215	16952	15308	6991
Fração 4	15657	17521	15426	8239

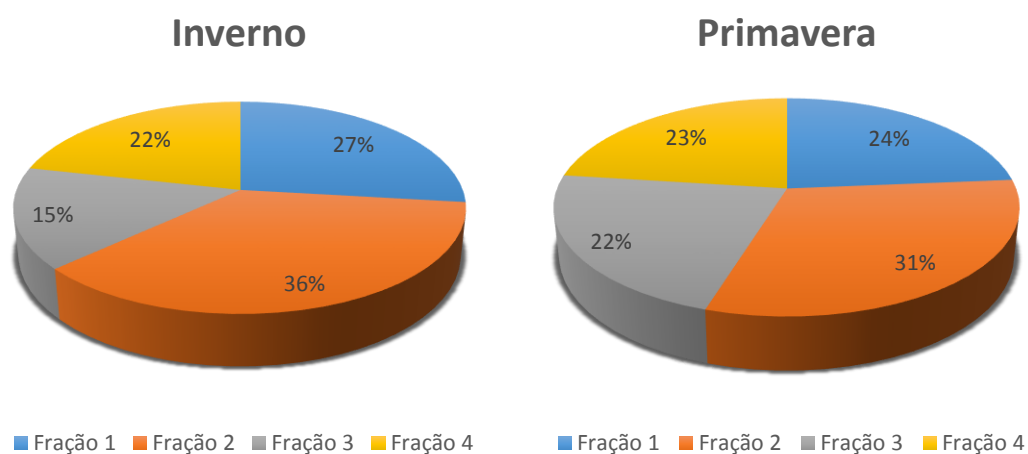


Gráfico 4.13. Percentagem de consumo que cada fração tem nas últimas estações de Inverno e Primavera, respetivamente.

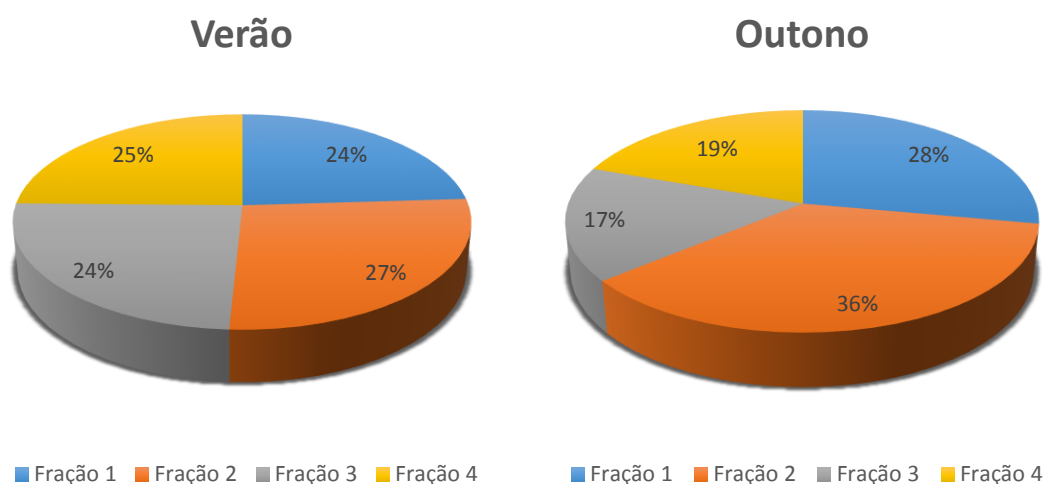


Gráfico 4.14. Percentagem de consumo que cada fração tem nas últimas estações de Verão e Outono, respetivamente.

Observando os gráficos 4.17, 4.18, 4.19 e 4.20, pode confirmar-se que a fração 2 é a que mais consome energia elétrica, em grande parte devido ao departamento de informática. Relativamente à fração 4, foi a fração que ao longo dos meses analisados menos consumiu.

5. Peso das estações climáticas no consumo

Aqui conseguir-se-á perceber, dentro de cada fração, que peso tem o consumo de cada estação climática.

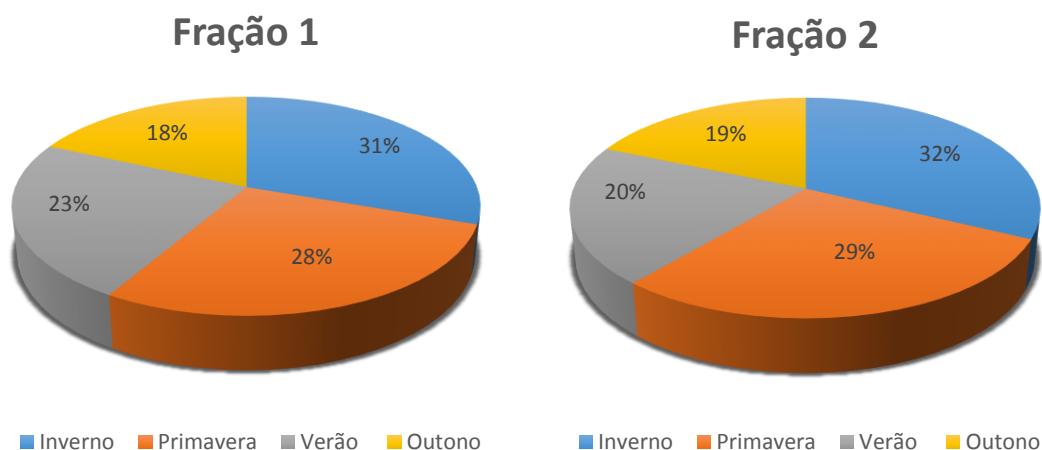


Gráfico 4.15. Percentagem de consumo de cada estação climática dentro das frações 1 e 2, respetivamente.

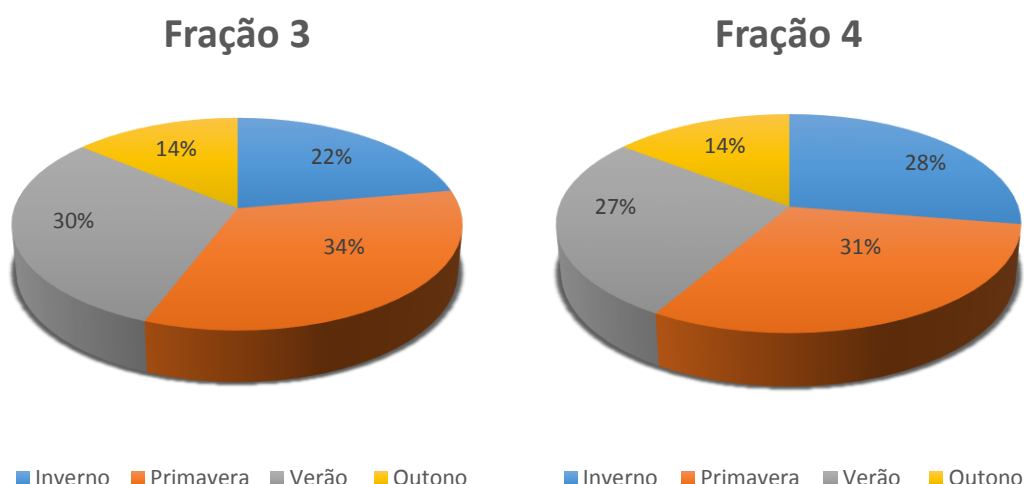


Gráfico 4.16. Percentagem de consumo de cada estação climática dentro das frações 3 e 4, respetivamente.

Aqui foi possível perceber que a estação climática na qual se registaram maiores consumos durante o período analisado foi a Primavera, o que representa um facto inesperado. Na secção 4.7.1 será explicado este fenómeno.

4.6.1 Identificação dos problemas e sugestões

Nesta secção do capítulo 4 pretende-se identificar possíveis problemas e, consequentemente, quais as possíveis soluções que existem para minimizar ou mesmo retificar os mesmos. Nesta secção apenas serão numeradas ações que poderiam vir a ser benéficas para a eficiência energética da instalação.

1. Perceber, dentro de cada ciclo horário, que fração tem mais peso

Neste ponto, foi possível identificar e cimentar a ideia de que a fração que mais consome, independentemente do ciclo horário é a 2. Tal acontece uma vez que nesta fração está presente a copa. Esta tem um elevado peso no consumo pois apresenta equipamentos consumidores de energia tais como frigoríficos, máquinas de refeições, micro-ondas, máquina de lavar a loiça, máquinas de café, dispensadores de água fria, entre outros. O facto de alguns equipamentos não se poderem desligar em momento algum, representa um obstáculo no que à redução de consumos diz respeito.

2. Analisar qual o peso de cada ciclo horário dentro do consumo total de cada fração

Para esta análise, considera-se importante ter em conta os intervalos de tempo abrangidos por cada ciclo horário. Relembrando a figura 4.6 presente no início desta secção, o ciclo horário que mais se estende no tempo, tanto no Inverno como no Verão, é o de cheias. Seria de prever que fosse este o que mais consumia. Após o estudo efetuado ao longo de 10 meses, esta previsão confirma-se para todas as frações de forma destacada.

Tendo em conta que apenas o ciclo horário de cheias engloba o horário laboral, neste intervalo de horas as alterações possíveis de efetuar de forma a melhorar os consumos seriam a melhoria dos comportamentos dos ocupantes relativamente à utilização dos portáteis e monitores e ainda o controlo automático da fila de luminárias mais próxima das janelas do edifício.

3. Demonstrar e estudar a evolução dos consumos totais em cada fração ao longo do intervalo referido

Este ponto tem o objetivo de facilitar a visualização da evolução dos consumos ao longo dos onze meses analisados. Uma vez mais, verificou-se a supremacia da fração 2 no que aos consumos diz respeito, cabendo à fração 3 os consumos, em média, mais baixo.

4. Peso das estações Climáticas nos consumos

Considera-se de elevada importância a perceção da estação climática do ano que melhores valores de consumo apresenta, de forma se poder prever e ajustar da melhor forma possível as ideias e os planos para garantir melhor eficiência energética. Para além disso, ao fazer esta análise torna-se possível perceber a evolução dos consumos em todas as estações climáticas separadamente.

Para finalizar, as estações climáticas nas quais mais se consumiu foram a Primavera e o Inverno. O motivo que levou a esta ocorrência surgiu, uma vez que o facto de a Primavera ser das estações climáticas que mais consumiu não ser esperado, é pelo facto de os sistemas de AVAC apenas terem funcionado na sua plenitude a partir desta fase do ano. Até então, os mesmos funcionaram de forma irregular ou não funcionaram sendo que foi a Primavera a fase de funcionamento mais regular.

5. Consumos das 4 frações em cada estação climática

À primeira vista pode parecer fora do normal o facto de a estação climática da Primavera ser a que mais consome ao longo dos onze meses analisados, uma vez que em teoria as estações do Inverno e Verão deveriam ser líderes no que ao consumo diz respeito.

Analisou-se esta questão e, tendo em conta que a Schneider Electric apenas se mudou para estas instalações em Outubro de 2013, ou seja, no início do Outono, e que os sistemas de AVAC nessa fase ainda não estavam em pleno funcionamento e assim permaneceram até ao final do Inverno de seguinte, chega-se à conclusão que, com o pleno funcionamento destes sistemas nesta fase, a primavera acaba por ser a estação que mais consumiu. Relativamente ao Verão, apenas foram analisados dois meses o que se traduz em consumos menores e, por isso, os valores obtidos não são representativos desta estação. A estação na qual se verificou maior regularidade de funcionamento dos equipamentos e sistemas de AVAC foi a Primavera.

4.7 Técnicas solares passivas – sombreamento

Faz parte da função dos projetistas de edifícios dotar os mesmos de todos os possíveis mecanismos, ativos e passivos, de forma a otimizar ao máximo a utilização de energia e aproveitamento da luz solar sem, com isso, prejudicar a segurança e o conforto de quem os frequenta.

No edifício onde está sediada a empresa Schneider Electric, existe um mecanismo de sombreamento, ou seja, uma técnica solar passiva. Entenda-se que técnica passiva traduz-se numa interação entre o próprio edifício e o meio envolvente de forma automática.

Este tem o propósito não só de prevenir, devido à ocorrência de altas temperaturas, sobreaquecimentos, bem como garantir o máximo aproveitamento da luz natural sem ocorrência de ofuscamentos e também pode ter como objetivo proporcionar uma maior privacidade.

Para a implementação de uma estrutura de sombreamento é necessário ter em atenção alguns pormenores, nomeadamente:

- Evitar a entrada de radiação solar em períodos indesejados, não só devido ao desconforto visual, mas também devido às temperaturas pretendidas no interior dos espaços;
- Proporcionar iluminação ajustada ao espaço e utilização em questão;

- Controlar os níveis de radiação difusa e os reflexos;

O sombreamento pode ainda funcionar como estratégia de aquecimento. Tendo o objetivo de arrefecer, como foi anteriormente referido, evitando o contacto direto dos raios solares indesejados com o interior dos espaços. Quando com o objetivo de aquecer, deve evitar a saída do ar quente.

No que à iluminação natural diz respeito, estes sistemas devem ter a capacidade de garantir um equilíbrio entre a luz e a sombra, proporcionando conforto aos ocupantes. Desta forma, para além do conforto visual alcançado, existe ainda a vantagem da redução do consumo de energia. Segundo alguns estudos, pode haver uma redução dos consumos de energia elétrica na ordem dos 30 a 50% ou, em alguns casos, entre 60 a 70% [20][21].

No caso em estudo, observou-se que a técnica de sombreamento não funciona de forma adequada pelos seguintes motivos:

- As persianas fecham totalmente em momentos nos quais se poderia aproveitar a luz natural e abrem, muitas vezes, quando os níveis de luminosidade são visualmente desconfortáveis;
- A diferença entre as aberturas e os fechos são bruscas, levando a um contraste elevado em termos de luminosidade, reduzindo bastante o conforto visual;
- O tipo de comportamento realizado pelo sistema de sombreamento é igual todos os dias, independentemente do tipo de condições climáticas no exterior;

Uma vez identificados os defeitos desta técnica de sombreamento e tomando como base de comparação o estudo referido neste ponto da dissertação, irá sugerir-se algumas possíveis modificações que podem vir a reduzir, consideravelmente, os consumos de energia provenientes da utilização de iluminação artificial.

4.7.1 Identificação de problemas e sugestões

Começa-se por analisar a situação atual, ou seja, o funcionamento incorreto do sistema referido. Desta forma sabe-se que o consumo diário de iluminação no piso, já calculado na secção 4.4 do capítulo 4, é 316056 Wh.

Partindo do princípio que ao longo do tempo o consumo de iluminação se mantém constante, considerou-se que o consumo de um mês seria a multiplicação do consumo calculado para um dia pelo número de dias que tem um mês. Foram tidos em conta apenas os dias úteis perfazendo um total de 22.

Ora,

$$\text{CLRD} = 316056 \text{ Wh}$$

$$\text{CLRM} = \text{CLRD} \times 22 \Leftrightarrow$$

$$\text{CLRM} = 6953232 \text{ Wh} = 6953 \text{ kWh}$$

Tendo em conta que o horário de funcionamento da iluminação é entre as 7 e as 19 horas e arbitrando novamente que o valor pago pela Schneider Electric pelo kWh é **0,15 €**, sabe-se que, pelo consumo mensal apresentado atrás, o valor pago seria:

$$\text{Custo (consumo máximo)} = \text{CLRM} \times 0,15 \text{ €} \Leftrightarrow$$

$$\text{Custo (consumo máximo)} = \mathbf{1042,98 \text{ €}}$$

Sugestão

Uma vez que apenas existe esta técnica de sombreamento nas alçadas Este, Oeste e Sul, considerou-se no número de luminárias não automáticas e que apenas **70%** das mesmas ligadas. Considerando esta afirmação para os meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro pois neste período percebe-se a presença constante de iluminação natural que não justifica tanta artificial.

Posto isto, apresenta-se na tabela 4.30 o número de luminárias que se consideraria ligadas.

Tabela 4.30 Tabela resumo do número de luminárias e das potências associadas.

	Tubulares	Potência Tub. (W)	Circulares	Potência Circ. (W)	Showroom (W)	Copa (W)
Fração 1	78	28	13	18	720	480
Fração 2	85	28	18	18		
Fração 3	133	28	21	18		
Fração 4	180	28	25	18		

Os consumos em cada fração se todas as luminárias estiverem ligadas das 7 as 19h são:

$$\text{Fração 1} \rightarrow 41,52 \text{ kWh}$$

$$\text{Fração 2} \rightarrow 31,97 \text{ kWh}$$

$$\text{Fração 3} \rightarrow 70,32 \text{ kWh}$$

$$\text{Fração 4} \rightarrow 93,79 \text{ kWh}$$

O que equivale a um valor pago em cada fração de:

Fração 1 → 6,22 €

Fração 2 → 4,80 €

Fração 3 → 10,55 €

Fração 4 → 14,07 €

Efetuada a redução referida do número de luminárias ligadas, os valores de consumos diário são:

Fração 1 → 29,02 kWh

Fração 2 → 32,45 kWh

Fração 3 → 49,22 kWh

Fração 4 → 65,88 kWh

Sendo o valor pago respetivamente:

Fração 1 → 4,35 €

Fração 2 → 4,87 €

Fração 3 → 7,38 €

Fração 4 → 9,88 €

As reduções de custos observadas com esta redução de luminárias ligadas por fração é:

Fração 1 → -69,88%

Fração 2 → -69,62%

Fração 3 → -70,00%

Fração 4 → -70,24%

De forma a perceber quanto se pouparia em termos monetários num dia no total do piso, obteve-se o consumo total de iluminação no piso antes e depois de aplicar a redução de luminárias.

Antes,

CLRD = **316056 Wh**, o que equivale a **47,41 €** por dia.

depois,

Consumo iluminação total diário (70%) = **221239 Wh**, o que equivale a **33,19 €** por dia.

A poupança monetária diária seria de **14,22 €**, o que se traduziria numa poupança mensal de **312,90 €**.

Mesmo sabendo que a redução efetuada não se poderia aplicar aos meses de Inverno, pelo menos na grande maioria dos dias, se se extrapolar este cálculo para 9 meses, ter-se-ia uma poupança de **2816,07 €**, valor este bastante considerável.

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões relativas à presente dissertação, bem como os obstáculos encontrados e as ideias identificadas e consideradas interessantes para a realização de projetos futuros.

5 Conclusões e Trabalho Futuros

5.1 Conclusões

Esta dissertação teve como principal objetivo a realização de um estudo detalhado dividido em várias secções e focado no comportamento energético do piso e do edifício onde está sediada a empresa Schneider Electric.

Foram realizados com sucesso os pontos inicialmente definidos como objetivos, nomeadamente, efetuar um estudo detalhado dos consumos energéticos e todas as suas derivações em três intervalos de tempo distintos, um dia, uma semana e um mês. Foram igualmente realizados com sucesso o estudo envolvendo dados provenientes das faturas de eletricidade e o impacto da técnica solar passiva presente no edifício. De salientar que os cenários criados para redução de consumos foram quantificados não apenas em termos de consumos mas também em termos financeiros.

Ainda no decorrer da elaboração desta dissertação, foram encontrados obstáculos, nomeadamente, a impossibilidade, a curto prazo, da realização do *report* pretendido, isto é, existia o objetivo de conseguir criar uma ferramenta de *software*, mais concretamente um relatório dinâmico, capaz de fornecer ao utilizador a possibilidade de efetuar análises relacionando grandezas como temperatura, dióxido de carbono, graus dia ou humidade relativa, em tempo real. Tal não foi possível dada a falta dessas informações na base de dados do sistema *SmartSruuxure*. Em suma, para além de se considerar a área relacionada como a eficiência energética de edifícios bastante desafiante, pode concluir-se que existem diversas mudanças que se podem realizar ao nível do piso e do próprio edifício de forma a reduzir custos mantendo o conforto dos ocupantes. São desta forma, visíveis as necessidades de construção de planos que avaliem indicadores que variam desde os consumos em si até ao comportamento dos ocupantes.

A solução que se pensa ser mais acessível de aplicar, representando reduções de consumo interessantes, e não necessita de adesão dos ocupantes passando pelo controlo automático da fila de luminárias mais próxima das janelas ou mesmo da substituição integral das luminárias por luminárias LED. Importante é igualmente dizer que teria de se realizar um investimento considerável na segunda opção e, por esse motivo, teria de se efetuar uma análise que permitisse auferir a viabilidade económica de tais alterações. Para as restantes, devido a ser possível a utilização de equipamento Schneider, não existiria esse problema.

Outra sugestão possível de aplicar num futuro próximo seria a incutir aos colaboradores que desligassem os monitores portáteis fora do período laboral.

O estudo realizado permite não só uma avaliação do panorama geral atual da instalação, mas também identificar possíveis ações futuras, nomeadamente a elaboração de planos dedicados a cada ponto a retificar ou mesmo a melhoria do SGTC utilizado.

5.2 Desenvolvimentos futuros

Tendo em consideração que o estudo efetuado não chegou ao fim, ou seja, com a evolução da gestão da instalação e consequente resposta dos valores observados e ainda com a impossibilidade de implementação de ideias inicialmente pensadas, ficam algumas sugestões de possíveis formas e áreas através das quais se pode dar continuidade a este trabalho no futuro.

Já tendo referido como obstáculo o facto de não ter sido possível o desenvolvimento de um *report* capaz de relacionar grandezas como temperatura, dióxido de carbono, graus dia, ou seja, a definição de um método que avalie as necessidades de aquecimento, garantido desta forma a minimização das diferenças térmicas entre o interior e exterior dos edifícios e humidade relativa, e sabendo que o *SmartStruxure* irá ser melhorado pela equipa responsável da Schneider Electric e que serão instaladas sondas no edifício, surge aqui uma interessante oportunidade para dar continuidade a este trabalho. Uma vez criadas as condições para criação de um *report*, sem as limitações de dados atuais, torna-se importante criar um *report* que torne possível, em qualquer período do dia, mês ou ano, obter relações entre grandezas. Desta forma tornar-se-ia possível, por parte de quem gere a instituição, otimizar o conforto dos ocupantes tomando decisões suportadas em informação concreta, tal como os valores medidos pelas sondas associadas a cada sonda.

Ainda ao nível do SGTC, sugerem-se melhorias de forma a que se consiga acompanhar melhor e de forma mais eficaz os consumos. Melhorias estas que se podia resumir a melhores algoritmos ou mesmo alarmes.

Ao nível da iluminação, seria igualmente interessante, como complemento deste trabalho, dar continuidade à ideia do controlo automático das luminárias mais próximas das janelas.

Bibliografia

- [1] GONÇALVES, Helder – “Eficiência energética em edifícios”, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (LNEG) (2010). Lisboa. 2010. Nota suplementar (Estudo publicado pelo LNEG).
- [2] SmartStruxure: “A nova Solução de Gestão Técnica de Edifícios”. (fonte: http://www.schneiderelectric.pt/sites/portugal/pt/empresa/noticias/visualizador-de-noticias.page?c_filepath=/templatedata/Content/News/data/pt/local/corporate/new_products/2012/12/20121212_smartstruxure_a_nova_soluc_o_de_gest_o_tecnica_de_edificio_s.xml). (27 de Novembro de 2014).
- [3] RAJAN, Jayanthi. Business Intelligence: Concepts, components, techniques and benefits. (2005 - 2009). India, Institute of Management Technology.
- [4] ISO 50001. 2011, Gestão de energia: Desenvolvimento de sistemas de gestão para eficiência energética.
- [5] NP EN ISO 9001. 2008, Sistemas de gestão de qualidade: Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização. Instituto Português de Qualidade. Pág. 46.
- [6] NP EN ISO 14001. 2004, Sistemas de gestão ambiental: Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização. Instituto Português de Qualidade. Pág. 33.
- [7] Duarte, Carlos. Hagatong, Luís – Eficiência energética. Carnaxide. Nota suplementar. Nota suplementar (texto publicado do site da Schneider Electric).
- [8] NP EN ISO 16001. 2009, Sistemas de gestão de energia: Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização. Instituto Português de Qualidade.
- [9] ULLMANN, Roland – eu.bac system: Promoting Energy Efficiency with BACS. Siemens Building Technologies, 2013.
- [10] ANTUNES, Rita – QAI: retrocesso legislativo. O electricista, nº. 49. (3º semestre de 2014).
- [11] LIVRO VERDE. Iluminar o futuro: Acelerar a implantação das tecnologias de iluminação inovadoras. (15 de Outubro de 2011) Pág 2,3,4,5,6. Comissão europeia.
- [12] Eficiência energética: Variada legislação e diversas iniciativas a nível europeu têm por objetivo aumentar a eficiência energética. (2014). Comissão europeia.
- [13] Manual das boas práticas de eficiência energética: Implementar o desenvolvimento sustentável nas empresas. Coimbra, 2005: ISR-Dep. De Eng. Electrotécnica e de Computadores. Universidade de Coimbra.

- [14] DECRETO-LEI nº. 79. Aprova o regulamento dos sistemas energéticos de climatização em edifícios (RSECE). (4 de Abril de 2006).
- [15] Lighting energy in buildings. Chapter 2.
(fonte:http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45/guidebook/2_lighting%20energy%20in%20buildings.pdf).
- [16] Muhammad M. U. Rehman. Hassan S. Sohaib A. Rehman. Salman K. Sheikh. Neuman Z. “A Comparative Analyses of Electrical and Photo Characteristics of LED Lights”. (2012). IEEE Computer society.
- [17] EU ENERGY STAR. Labeling Energy Efficient Office Equipment. “Desktop vs Laptop”.
- [18] Lee. Eleanor S. DiBartolomeo. D.L. “Application issues for large-area electrochromic Windows in comercial buildings”. (2000). Escholarship.
- [19] Kurt W. Roth. Fred. Goldstein. Jonathan K. “Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings”. Cambridge.
- [20] MENDONÇA, Paulo – Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental das construções solares passivas em climas temperados. Universidade do Minho (2005). Nota suplementar (Tese de doutoramento).
- [21] A. Gomes. “URE em edifícios. Tecnologias solares passivas”. (2004/2005).
[QAI] Revista “O electricista”. Revista técnico-profissional. Artigo nº 49. 3º Trimestre de 2014. Pág.46. Nota suplementar (Tese de mestrado).

(Página propositadamente em branco)